

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-22432

(P2023-22432A)

(43)公開日 令和5年2月15日(2023.2.15)

| | | |
|--------------------------|----------------|------------|
| (51)国際特許分類 | F I | テーマコード(参考) |
| G 0 5 B 19/042 (2006.01) | G 0 5 B 19/042 | 3 C 7 0 7 |
| B 2 5 J 13/06 (2006.01) | B 2 5 J 13/06 | 5 H 2 2 0 |

審査請求 有 請求項の数 18 O L (全51頁)

| | | | |
|-------------|-----------------------------|---------|--|
| (21)出願番号 | 特願2021-127307(P2021-127307) | (71)出願人 | 000006622 株式会社安川電機 |
| (22)出願日 | 令和3年8月3日(2021.8.3) | | 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 |
| (11)特許番号 | 特許第7047965号(P7047965) | (74)代理人 | 100088155 弁理士 長谷川 芳樹 |
| (45)特許公報発行日 | 令和4年4月5日(2022.4.5) | (74)代理人 | 100145012 弁理士 石坂 泰紀 |
| | | (74)代理人 | 100171099 弁理士 松尾 茂樹 |
| | | (72)発明者 | 斧山 佳史 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 |
| | | (72)発明者 | 橋口 幸男 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 |

最終頁に続く

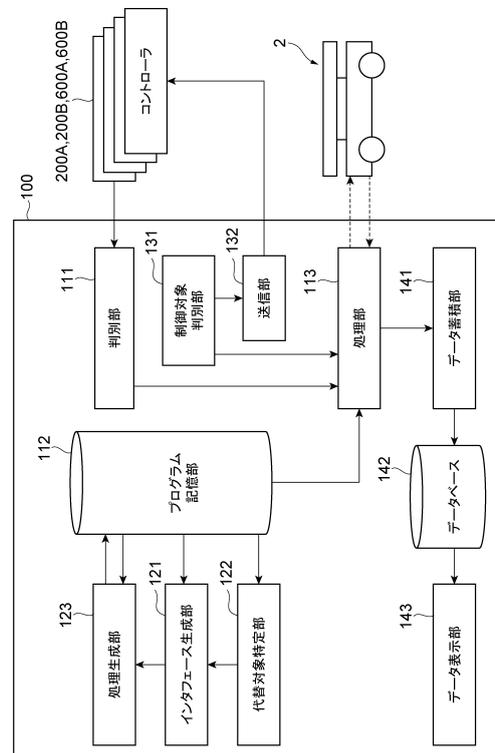
(54)【発明の名称】 コントローラ、及びシステム構築方法

(57)【要約】

【課題】少なくとも一部がバーチャルマシンに置き換えられたシステムの動作を容易にシミュレーションするのに有効なコントローラを提供する。

【解決手段】コントローラは、他のコントローラと通信可能なコントローラであって、他のコントローラがマシンを制御するか、マシンに対応するバーチャルマシンを制御するかを判別する判別部と、他のコントローラがマシンを制御する場合には所定のリアル用処理を実行し、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には、リアル用処理と少なくとも一部が異なるバーチャル用処理を実行する処理部と、を備える。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

他のコントローラと通信可能なコントローラであって、

前記他のコントローラがマシンを制御するか、前記マシンに対応するバーチャルマシンを制御するかを判別する判別部と、

前記他のコントローラが前記マシンを制御する場合には所定のリアル用処理を実行し、前記他のコントローラが前記バーチャルマシンを制御する場合には、前記リアル用処理と少なくとも一部が異なるバーチャル用処理を実行する処理部と、を備えるコントローラ。

【請求項 2】

前記判別部は、前記他のコントローラから受信する情報に基づいて、前記他のコントローラが前記マシンを制御するか前記バーチャルマシンを制御するかを判別する、請求項 1 記載のコントローラ。

10

【請求項 3】

前記他のコントローラから受信する情報は、前記他のコントローラにおける制御情報と、前記他のコントローラが前記マシンを制御するか前記バーチャルマシンをするかを示すフラグとを含み、

前記判別部は、前記フラグに基づいて、前記他のコントローラが前記マシンを制御するか前記バーチャルマシンを制御するかを判別し、

前記処理部は、前記制御情報に基づいて前記リアル用処理又は前記バーチャル用処理を実行する、請求項 2 記載のコントローラ。

20

【請求項 4】

前記他のコントローラから受信する情報は、前記他のコントローラにおける制御情報を含み、

前記判別部は、前記制御情報に基づいて、前記他のコントローラが前記マシンを制御するか前記バーチャルマシンを制御するかを判別し、

前記処理部は、前記制御情報に基づいて前記リアル用処理又は前記バーチャル用処理を実行する、請求項 2 記載のコントローラ。

【請求項 5】

前記判別部は、前記他のコントローラから情報を受信するための通信状況に基づいて、前記他のコントローラが前記マシンを制御するか前記バーチャルマシンを制御するかを判別する、請求項 2 記載のコントローラ。

30

【請求項 6】

前記処理部は、前記マシンの動作に基づき得られるリアル情報と、前記バーチャルマシンの動作に基づき得られるバーチャル情報との差異を補う補充処理を含む前記バーチャル用処理を実行する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項記載のコントローラ。

【請求項 7】

前記処理部は、前記リアル情報と前記バーチャル情報との差異に対して予め定められたデータを補う処理を含む前記補充処理を実行する、請求項 6 記載のコントローラ。

【請求項 8】

前記処理部は、前記リアル用処理の少なくとも一部をスキップさせるスキップ処理を含む前記バーチャル用処理を実行する、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項記載のコントローラ。

40

【請求項 9】

前記リアル情報と前記バーチャル情報との差異に基づいて、前記補充処理を生成する処理生成部を更に備える、請求項 6 又は 7 記載のコントローラ。

【請求項 10】

前記リアル用処理のうち、前記他のコントローラが前記バーチャルマシンを制御する場合には実行できない一以上の実行不可部分を示す表示部と、前記一以上の実行不可部分のそれぞれに対して代替処理を入力する入力部と、を含むユーザインタフェースを生成するインタフェース生成部と、

前記入力部への入力に基づき前記バーチャル用処理を生成する処理生成部を更に備える

50

、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項記載のコントローラ。

【請求項 1 1】

前記バーチャル用処理は、前記マシンの動作に基づき得られるリアル情報と、前記バーチャルマシンの動作に基づき得られるバーチャル情報との差異に基づいて前記一以上の実行不可部分を特定する代替対象特定部を更に備え、

前記インタフェース生成部は、前記代替対象特定部により特定された前記一以上の実行不可部分を前記表示部に表示させる、請求項 1 0 記載のコントローラ。

【請求項 1 2】

前記他のコントローラであり、前記マシンとして第一マシンを制御する第一コントローラと、第二マシンを制御する第二コントローラと通信可能であり、

前記判別部は、前記第一コントローラが前記第一マシンを制御するか、前記バーチャルマシンである第一バーチャルマシンを制御するかと、前記第二コントローラが、前記第二マシンを制御するか、前記第二マシンに対応する第二バーチャルマシンを制御するかを判別し、

前記処理部は、

前記第一コントローラが前記第一バーチャルマシンを制御し、前記第二コントローラが前記第二マシンを制御する場合には、前記第一マシンの動作に関連する第一部分が前記リアル用処理と異なる前記バーチャル用処理を実行し、

前記第一コントローラが前記第一マシンを制御し、前記第二コントローラが前記第二バーチャルマシンを制御する場合には、前記第二マシンの動作に関連する第二部分が前記リアル用処理と異なる前記バーチャル用処理を実行する、請求項 1 ~ 1 1 のいずれか一項記載のコントローラ。

【請求項 1 3】

前記コントローラは、前記他のコントローラを含む複数のローカルコントローラと通信可能であり、前記複数のローカルコントローラをそれぞれ介して、前記マシンを含む複数のローカルマシンを制御するホストコントローラである、請求項 1 ~ 1 1 のいずれか一項記載のコントローラ。

【請求項 1 4】

前記コントローラは、管轄マシン、又は前記管轄マシンに対応する管轄バーチャルマシンを制御する前記コントローラであり、

制御対象が、前記管轄マシンであるか、前記管轄バーチャルマシンであるかを判別する制御対象判別部を更に備え、

前記処理部は、

前記他のコントローラが前記バーチャルマシンを制御し、前記コントローラが前記管轄マシンを制御する場合には、前記マシンの動作に関連する外部依存部分が前記リアル用処理と異なる前記バーチャル用処理を実行し、

前記他のコントローラが前記マシンを制御し、前記コントローラが前記管轄バーチャルマシンを制御する場合には、前記管轄マシンの動作に関連する管轄部分が前記リアル用処理と異なる前記バーチャル用処理を実行する、請求項 1 ~ 1 3 のいずれか一項記載のコントローラ。

【請求項 1 5】

前記制御対象判別部による判別結果を付加した情報を前記他のコントローラに送信する送信部を更に備える、請求項 1 4 記載のコントローラ。

【請求項 1 6】

他のコントローラと通信可能であり、制御対象を制御するコントローラであって、

制御対象が、マシンであるか、バーチャルマシンであるかを判別する制御対象判別部と

、前記制御対象判別部による判別結果を付加した情報を前記他のコントローラに送信する送信部と、を備える、コントローラ。

【請求項 1 7】

10

20

30

40

50

制御対象が前記マシンである場合にはリアル制御処理を実行し、制御対象が前記バーチャルマシンである場合には、リアル制御処理と少なくとも一部が異なるバーチャル制御処理を実行する処理部を更に備える、請求項 16 記載のコントローラ。

【請求項 18】

前記マシンに駆動電力を出力するパワー回路を更に備え、
前記処理部は、

制御対象が前記マシンである場合には、前記パワー回路に駆動電力を出力させる処理を含むリアル制御処理を実行し、

制御対象が前記バーチャルマシンである場合には、前記パワー回路に駆動電力を出力させる処理を含まないバーチャル制御処理を実行する、請求項 17 記載のコントローラ。

10

【請求項 19】

他のコントローラから受信した情報に基づいて、前記他のコントローラがマシンに対応するバーチャルマシンを制御することを判別することと、

バーチャル用処理を実行し、実行結果を表示することと、

前記他のコントローラから受信した情報に基づいて、前記他のコントローラによる制御対象が前記バーチャルマシンから前記マシンに変更されたことを判別することと、

前記他のコントローラによる制御対象が前記バーチャルマシンから前記マシンに変わるのに応じて、前記バーチャル用処理を、前記バーチャル用処理と少なくとも一部が異なるリアル用処理に変更することと、

前記リアル用処理を実行し、実行結果を表示することと、を含むシステム構築方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、コントローラ、及びシステム構築方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、実デバイスを使用するか、または実デバイスの代わりに実デバイスを模擬した仮想デバイスプログラムを使用するかを定めた設定情報を記憶する記憶部と、設定情報を参照して、仮想デバイスを使用するように定められている場合に、仮想デバイスプログラムを実行するプログラム実行部とを備えたコントローラが開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2015 - 176340 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本開示は、少なくとも一部がバーチャルマシンに置き換えられたシステムの動作を容易にシミュレーションするのに有効なコントローラを提供する。

【課題を解決するための手段】

40

【0005】

本開示の一側面に係るコントローラは、他のコントローラと通信可能なコントローラであって、他のコントローラがマシンを制御するか、マシンに対応するバーチャルマシンを制御するかを判別する判別部と、他のコントローラがマシンを制御する場合には所定のリアル用処理を実行し、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には、リアル用処理と少なくとも一部が異なるバーチャル用処理を実行する処理部と、を備える。

【0006】

本開示の他の側面に係るコントローラは、他のコントローラと通信可能であり、制御対象を制御するコントローラであって、制御対象が、マシンであるか、バーチャルマシンであるかを判別する制御対象判別部と、制御対象判別部による判別結果を付加した情報を他

50

のコントローラに送信する送信部と、を備える。

【0007】

本開示の更に他の側面に係るシステム構築方法は、他のコントローラから受信した情報に基づいて、他のコントローラがマシンに対応するバーチャルマシンを制御することを判別することと、バーチャル用処理を実行し、実行結果を表示することと、他のコントローラから受信した情報に基づいて、他のコントローラによる制御対象がバーチャルマシンからマシンに変更されたことを判別することと、他のコントローラによる制御対象がバーチャルマシンからマシンに変わるのに応じて、バーチャル用処理を、バーチャル用処理と少なくとも一部が異なるリアル用処理に変更することと、リアル用処理を実行し、実行結果を表示することと、を含む。

10

【発明の効果】

【0008】

本開示によれば、少なくとも一部がバーチャルマシンに置き換えられたシステムの動作を容易にシミュレーションするのに有効なコントローラを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】マシンシステムの構成を例示する模式図である。

【図2】ロボットの構成を例示する模式図である。

【図3】ロボットの構成を例示する模式図である。

【図4】シミュレーション装置の構成を例示する模式図である。

20

【図5】マシンシステムの動作を例示するフローチャートである。

【図6】マシンとバーチャルマシンとの混在例を示す模式図である。

【図7】マシンとバーチャルマシンとの他の混在例を示す模式図である。

【図8】マシンとバーチャルマシンとの他の混在例を示す模式図である。

【図9】ホストコントローラの機能的な構成を例示するブロック図である。

【図10】ロボットコントローラの機能的な構成を例示するブロック図である。

【図11】バーチャルコントローラの機能的な構成を例示するブロック図である。

【図12】バーチャルコントローラの機能的な構成を例示するブロック図である。

【図13】設定コントローラの機能的な構成を例示するブロック図である。

【図14】処理生成用インタフェースを例示する模式図である。

30

【図15】コントローラのハードウェア構成を例示するブロック図である。

【図16】システム構築手順を例示するフローチャートである。

【図17】システム構築手順を例示するフローチャートである。

【図18】バーチャル用処理の生成手順を例示するフローチャートである。

【図19】制御条件の設定手順を例示するフローチャートである。

【図20】処理手順を例示するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

40

【0011】

〔マシンシステム〕

図1に示すマシンシステム1は、複数のマシンの協働によって、ワークの生産等を行うシステムである。一例として、マシンシステム1は、マシン2と、マシン3A、3Bと、カメラ5と、制御用のコントローラ100、200A、200Bと、設定用のコントローラ300と、シミュレーション装置400とを備える。

【0012】

マシン2は、ワーク90を搬送する搬送装置であり、荷置台11と、無人搬送車12と、在荷センサ13とを有する。荷置台11は、搬送対象のワーク90を支持する。無人搬送車12は、荷置台11を支持し、予め定められた搬送経路を走行する。在荷センサ13

50

は、例えば荷置台 11 の重量等に基づいて、荷置台 11 上にワーク 90 が存在するか否かを検出する。

【0013】

マシン 3 A は、ワーク 90 に対するねじ締め作業を行う。例えばマシン 3 A は、所謂垂直多関節ロボットであり、ねじ締め用のツール 60 A の位置・姿勢を多関節アームにより調節し、ツール 60 A によりねじ締め作業を行う。マシン 3 B は、マシン 3 A によるねじ締め用の作業位置 P1 にワーク 90 を配置し、ねじ締め済みのワーク 90 を作業位置 P1 から荷置台 11 上に搬送する。例えばマシン 3 B は、所謂垂直多関節ロボットであり、把持用のツール 60 B によりワーク 90 を把持させ、ツール 60 B の位置・姿勢を多関節アームにより変更することでワーク 90 を搬送する。カメラ 5 は、作業位置 P1 におけるワーク 90 の設置状態を検出する。

10

【0014】

図 2 に示すように、マシン 3 A は、例えば基部 21 と、旋回部 22 と、第一アーム 23 と、第二アーム 24 と、手首部 25 と、先端部 26 と、アクチュエータ 51, 52, 53, 54, 55, 56 と、ツール 60 A とを有する。基部 21 は、作業エリアの床面等に設置される。旋回部 22 は、鉛直な軸線 31 まわりに回転可能となるように基部 21 の上に取り付けられている。例えばマシン 3 A は、旋回部 22 を軸線 31 まわりに回転可能となるように基部 21 に取り付ける関節 41 を有する。第一アーム 23 は、軸線 31 に交差（例えば直交）する軸線 32 まわりに回転可能となるように旋回部 22 に接続されている。例えばマシン 3 A は、第一アーム 23 を軸線 32 まわりに回転可能となるように旋回部 22 に接続する関節 42 を有する。交差は、いわゆる立体交差のように、ねじれの関係にあることを含む。以下においても同様である。第一アーム 23 は、軸線 32 に交差（例えば直交）する一方向に沿って旋回部 22 から延びている。

20

【0015】

第二アーム 24 は、軸線 32 に平行な軸線 33 まわりに回転可能となるように第一アーム 23 の端部に接続されている。例えばマシン 3 A は、第二アーム 24 を軸線 33 まわりに回転可能となるように第一アーム 23 に接続する関節 43 を有する。第二アーム 24 は、軸線 33 に交差（例えば直交）する一方向に沿って第一アーム 23 の端部から延びるアーム基部 27 と、同じ一方向に沿ってアーム基部 27 の端部から更に延びるアーム端部 28 とを有する。アーム端部 28 は、アーム基部 27 に対して軸線 34 まわりに回転可能である。軸線 34 は、軸線 33 に交差（例えば直交）する。例えばマシン 3 A は、アーム端部 28 を軸線 34 まわりに回転可能となるようにアーム基部 27 に接続する関節 44 を有する。

30

【0016】

手首部 25 は、軸線 34 に交差（例えば直交）する軸線 35 まわりに回転可能となるようにアーム端部 28 の端部に接続されている。例えばマシン 3 A は、手首部 25 を軸線 35 まわりに回転可能となるようにアーム端部 28 に接続する関節 45 を有する。手首部 25 は、軸線 35 に交差（例えば直行）する一方向に沿ってアーム端部 28 の端部から延びている。先端部 26 は、軸線 35 に交差（例えば直交）する軸線 36 まわりに回転可能となるように、手首部 25 の端部に接続されている。例えばマシン 3 A は、先端部 26 を軸線 36 まわりに回転可能となるように手首部 25 に接続する関節 46 を有する。

40

【0017】

アクチュエータ 51, 52, 53, 54, 55, 56 は、関節 41, 42, 43, 44, 45, 46 を駆動する。アクチュエータ 51, 52, 53, 54, 55, 56 のそれぞれは、例えば電動モータと、電動モータの動力を関節 41, 42, 43, 44, 45, 46 に伝える伝達部（例えば減速機）とを有する。例えばアクチュエータ 51 は、軸線 31 まわりに旋回部 22 を回転させるように関節 41 を駆動する。アクチュエータ 52 は、軸線 32 まわりに第一アーム 23 を回転させるように関節 42 を駆動する。アクチュエータ 53 は、軸線 33 まわりに第二アーム 24 を回転させるように関節 43 を駆動する。アクチュエータ 54 は、軸線 34 まわりにアーム端部 28 を回転させるように関節 44 を駆動

50

する。アクチュエータ 5 5 は、軸線 3 5 まわりに手首部 2 5 を回転させるように関節 4 5 を駆動する。アクチュエータ 5 6 は、軸線 3 6 まわりに先端部 2 6 を回転させるように関節 4 6 を駆動する。

【 0 0 1 8 】

アクチュエータ 5 1 , 5 2 , 5 3 , 5 4 , 5 5 , 5 6 が、関節 4 1 , 4 2 , 4 3 , 4 4 , 4 5 , 4 6 を駆動することによって、マシンシステム 1 6 の位置・姿勢が自在に調節される。ツール 6 0 A はねじ締め用のツールであり、マシンシステム 1 6 に固定されている。このため、マシンシステム 1 6 の位置・姿勢が変わるのに対応して、ツール 6 0 A の位置・姿勢も変わる。ツール 6 0 A は、ねじ締めのトルクを検出するトルクセンサ 6 1 を有していてもよい。

10

【 0 0 1 9 】

図 3 に示すように、マシン 3 B は、基部 2 1 と、旋回部 2 2 と、第一アーム 2 3 と、第二アーム 2 4 と、手首部 2 5 と、先端部 2 6 と、アクチュエータ 5 1 , 5 2 , 5 3 , 5 4 , 5 5 , 5 6 と、ツール 6 0 B とを有する。基部 2 1 と、旋回部 2 2 と、第一アーム 2 3 と、第二アーム 2 4 と、手首部 2 5 と、先端部 2 6 と、アクチュエータ 5 1 , 5 2 , 5 3 , 5 4 , 5 5 , 5 6 とは、マシン 3 A と同様である。マシン 3 B においても、アクチュエータ 5 1 , 5 2 , 5 3 , 5 4 , 5 5 , 5 6 が、関節 4 1 , 4 2 , 4 3 , 4 4 , 4 5 , 4 6 を駆動することによって、マシンシステム 1 6 の位置・姿勢が自在に調節される。ツール 6 0 B は、ワーク 9 0 を把持するロボットハンドであり、マシンシステム 1 6 に固定されている。このため、マシンシステム 1 6 の位置・姿勢が変わるのに対応して、ツール 6 0 B の位置・姿勢も変わる。ツール 6 0 B は、ワーク 9 0 を把持しているか否かを検出する把持センサ 6 2 を有していてもよい。

20

【 0 0 2 0 】

図 1 に戻り、コントローラ 1 0 0 は、ローカルエリアネットワーク等の通信ネットワーク 9 0 0 を介して、他のコントローラ（例えばコントローラ 2 0 0 A , 2 0 0 B , 3 0 0 ）と通信可能である。なお、図示においては、コントローラ 1 0 0 と、コントローラ 2 0 0 A , 2 0 0 B , 3 0 0 と、シミュレーション装置 4 0 0 とが一つの通信ネットワーク 9 0 0 を介して接続されているが、コントローラ 1 0 0 は、複数の通信ネットワークを介してコントローラ 2 0 0 A , 2 0 0 B , 3 0 0 及びシミュレーション装置 4 0 0 と接続されていてよい。例えばコントローラ 1 0 0 は、制御用の通信ネットワークを介してコントローラ 2 0 0 A , 2 0 0 B と接続され、制御用の通信ネットワークとは別の通信ネットワークを介してコントローラ 3 0 0 及びシミュレーション装置 4 0 0 と接続されていてよい。なお、ここでの「接続」は、有線により通信可能となっている状態と、無線により通信可能となっている状態との両方を含む。

30

【 0 0 2 1 】

例えばコントローラ 1 0 0 は、ホストコントローラであり、複数のコントローラ 2 0 0 A , 2 0 0 B （ローカルコントローラ）をそれぞれ介して、マシン 3 A , 3 B （ローカルマシン）を制御する。

【 0 0 2 2 】

また、コントローラ 1 0 0 は、マシン 2 を更に制御する。なお、コントローラ 1 0 0 とマシン 3 A , 3 B との間にコントローラ 2 0 0 A , 2 0 0 B が介在するのと同様に、コントローラ 1 0 0 とマシン 2 との間に、コントローラ 1 0 0 からの指令に基づきマシン 2 を制御するローカルコントローラが介在していてもよい。

40

【 0 0 2 3 】

コントローラ 2 0 0 A は、通信ネットワーク 9 0 0 を介して、他のコントローラ（例えばコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 B , 3 0 0 ）と通信可能である。コントローラ 2 0 0 A は、コントローラ 1 0 0 からの指令に基づいてマシン 3 A を制御する。コントローラ 2 0 0 B は、通信ネットワーク 9 0 0 を介して、他のコントローラ（例えばコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 3 0 0 ）と通信可能である。コントローラ 2 0 0 B は、コントローラ 1 0 0 からの指令に基づいてマシン 3 B を制御する。

50

【 0 0 2 4 】

コントローラ 3 0 0 は、通信ネットワーク 9 0 0 を介してコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B に対する各種設定を行うための端末装置である。コントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B に対する各種設定の具体例としては、制御ゲイン等の各種制御パラメータの設定等が挙げられる。

【 0 0 2 5 】

シミュレーション装置 4 0 0 は、マシン 2、及びマシン 3 A , 3 B の動作と、これらの動作に基づく環境変化（例えばワーク 9 0 の移動）とをシミュレーションする装置である。シミュレーションとは、マシン 2 及びマシン 3 A , 3 B を実際に動作させることなく、マシン 2 及びマシン 3 A , 3 B の動作と、これらの動作に基づく環境変化とを、数値演算によって模擬することを意味する。

10

【 0 0 2 6 】

図 4 に示すように、シミュレーション装置 4 0 0 は、モデル記憶部 4 1 0 と、バーチャルコントローラ 5 0 0 と、バーチャルコントローラ 6 0 0 A , 6 0 0 B とを有する。モデル記憶部 4 1 0 は、マシン 2 及びマシン 3 A , 3 B と、その周辺環境との三次元モデルを記憶する。三次元モデルは、マシン 2 及びマシン 3 A , 3 B と、その周辺環境との三次元構造をバーチャル空間 V S における三次元座標で表した数値データである。バーチャル空間 V S は、マシン 2 及びマシン 3 A , 3 B が実存しない仮想空間である。これに対し、マシン 2 及びマシン 3 A , 3 B が実存する空間を、以下においては「リアル空間 R S」という。

20

【 0 0 2 7 】

バーチャルコントローラ 5 0 0 は、バーチャルホストコントローラであり、複数のバーチャルコントローラ 6 0 0 A , 6 0 0 B（バーチャルローカルコントローラ）をそれぞれ介して、バーチャルマシン V 3 A , バーチャルマシン V 3 B を制御する。バーチャルマシン V 3 A , バーチャルマシン V 3 B は、マシン 3 A , 3 B の動作の模擬結果をそれぞれ表す数値データであり、リアル空間 R S におけるマシン 3 A , 3 B の動作を模擬するように、バーチャル空間 V S において仮想的に動作する。

【 0 0 2 8 】

また、バーチャルコントローラ 5 0 0 は、バーチャルマシン V 2 を更に制御する。バーチャルマシン V 2 は、マシン 2 の動作の模擬結果をそれぞれ表す数値データであり、リアル空間 R S におけるマシン 2 の動作を模擬するように、バーチャル空間 V S において仮想的に動作する。なお、バーチャルコントローラ 5 0 0 とバーチャルマシン V 3 A , バーチャルマシン V 3 B との間にバーチャルコントローラ 6 0 0 A , 6 0 0 B が介在するのと同様に、バーチャルコントローラ 5 0 0 とバーチャルマシン V 2 との間に、バーチャルコントローラ 5 0 0 からの指令に基づきバーチャルマシン V 2 を制御するバーチャルローカルコントローラが介在していてもよい。

30

【 0 0 2 9 】

例えばバーチャルコントローラ 5 0 0 は、コントローラ 1 0 0 がマシン 2 を動作させるためのプログラムに基づいて、時間の経過に応じたマシン 2 の可動部（無人搬送車 1 2）の動作量を逐次算出する。バーチャルコントローラ 5 0 0 は、マシン 2 の可動部の動作量を算出する度に、マシン 2 の可動部の動作量と、三次元モデルとに基づいて、可動部の動作後のバーチャルマシン V 2 を算出する。

40

【 0 0 3 0 】

バーチャルコントローラ 6 0 0 A は、バーチャルコントローラ 5 0 0 からの指令に基づいてバーチャルマシン V 3 A を制御する。例えばバーチャルコントローラ 6 0 0 A は、バーチャルコントローラ 5 0 0 からの指令に基づいて、バーチャル空間 V S においてバーチャルマシン V 3 A を動作させる。例えばバーチャルコントローラ 6 0 0 A は、バーチャルコントローラ 5 0 0 からの指令と、マシン 3 A を動作させるためのプログラムとに基づいて、時間の経過に応じたマシン 3 A の可動部（関節 4 1 , 4 2 , 4 3 , 4 4 , 4 5 , 4 6）の動作量を逐次算出する。バーチャルコントローラ 6 0 0 A は、マシン 3 A の可動部の

50

動作量を算出する度に、マシン 3 A の可動部の動作量と、三次元モデルとに基づいて、可動部の動作後のバーチャルマシン V 3 A を算出する。

【 0 0 3 1 】

バーチャルコントローラ 6 0 0 B は、バーチャルコントローラ 5 0 0 からの指令に基づいてバーチャルマシン V 3 B を制御する。例えばバーチャルコントローラ 6 0 0 B は、バーチャルコントローラ 5 0 0 からの指令に基づいて、バーチャル空間 V S においてバーチャルマシン V 3 B を動作させる。例えばバーチャルコントローラ 6 0 0 B は、バーチャルコントローラ 5 0 0 からの指令と、マシン 3 B を動作させるためのプログラムとに基づいて、時間の経過に応じたマシン 3 B の可動部（関節 4 1 , 4 2 , 4 3 , 4 4 , 4 5 , 4 6 ）の動作量を逐次算出する。バーチャルコントローラ 6 0 0 B は、マシン 3 B の可動部の動作量を算出する度に、マシン 3 B の可動部の動作量と、三次元モデルとに基づいて、可動部の動作後のバーチャルマシン V 3 B を算出する。

10

【 0 0 3 2 】

ここで、マシンシステム 1 は、コントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B の少なくとも一部をバーチャルコントローラ 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B に置き換えて動作させ得るように構成されている。例えば、バーチャルコントローラ 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B のそれぞれが、通信ネットワーク 9 0 0 を介してコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B （他のコントローラ）と通信可能である。このため、コントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B のそれぞれも、通信ネットワーク 9 0 0 を介してバーチャルコントローラ 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B （他のコントローラ）と通信可能である。図 4 に示すように、バーチャルコントローラ 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B が、通信ネットワーク 9 0 0 を介して相互通信を行うように構成されていてもよい。

20

【 0 0 3 3 】

コントローラ 1 0 0 は、コントローラ 2 0 0 A , 2 0 0 B を介してマシン 3 A , 3 B を制御するのに代えて、バーチャルコントローラ 6 0 0 A , 6 0 0 B を介してバーチャルマシン V 3 A , バーチャルマシン V 3 B を制御することもできるように構成されている。バーチャルコントローラ 5 0 0 は、バーチャルコントローラ 6 0 0 A , 6 0 0 B を介してバーチャルマシン V 3 A , バーチャルマシン V 3 B を制御するのに変えて、コントローラ 2 0 0 A , 2 0 0 B を介してマシン 3 A , 3 B を制御することもできるように構成されている。

30

【 0 0 3 4 】

このように、コントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B と、バーチャルコントローラ 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B とが通信ネットワーク 9 0 0 を介して相互に通信可能である場合、コントローラ 3 0 0 は、通信ネットワーク 9 0 0 を介してコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B に対する各種設定を行うのと同様に、通信ネットワーク 9 0 0 を介して、バーチャルコントローラ 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B に対する各種設定を行うように構成されていてもよい。

【 0 0 3 5 】

コントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B の少なくとも一部がバーチャルコントローラ 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B に置き換え得る構成によって、リアル空間 R S におけるマシン 2 , 3 A , 3 B の動作の少なくとも一部を、バーチャル空間 V S におけるバーチャルマシン V 2 , V 3 A , V 3 B の動作に置き換えて、システム全体の処理をシミュレーションすることが可能となる。しかしながら、マシン 2 , 3 A , 3 B の少なくとも一部がバーチャルマシン V 2 , V 3 A , V 3 B に置き換わると、マシンシステム 1 の動作を継続させられなくなる場合がある。例えば、マシン 2 , 3 A , 3 B の動作をバーチャルマシン V 2 , V 3 A , V 3 B の動作によりシミュレーションすることができたとしても、バーチャルマシン V 2 , V 3 A , V 3 B の動作ではリアル空間に変化が生じないので、リアル空間の状態に基づく処理をコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B 、及びバーチャルコントローラ 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B のいずれかにおいて実行できない場合がある。

40

【 0 0 3 6 】

50

これに対し、コントローラ 100, 200A, 200B、及びバーチャルコントローラ 500, 600A, 600Bのそれぞれは、他のコントローラがマシンを制御するか、マシンに対応するバーチャルマシンを制御するかを判別することと、他のコントローラがマシンを制御する場合には所定のリアル用処理を実行し、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には、リアル用処理と少なくとも一部が異なるバーチャル用処理を実行することと、を実行するように構成されている。このように、他のコントローラの制御対象がマシンであるか、バーチャルマシンであるかに応じて、コントローラの処理内容を変更する構成によれば、システム全体の処理を容易にシミュレーションすることができる。

【0037】

これに対し、コントローラ 100, 200A, 200B、及びバーチャルコントローラ 500, 600A, 600Bのそれぞれは、他のコントローラがマシンを制御するか、マシンに対応するバーチャルマシンを制御するかを判別することと、他のコントローラがマシンを制御する場合には所定のリアル用処理を実行し、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には、リアル用処理と少なくとも一部が異なるバーチャル用処理を実行することと、を実行するように構成されている。このように、他のコントローラの制御対象がマシンであるか、バーチャルマシンであるかに応じて、コントローラの処理内容を変更する構成によれば、システム全体の処理を容易にシミュレーションすることができる。

【0038】

更に、コントローラ 100, 200A, 200B、及びバーチャルコントローラ 500, 600A, 600Bのそれぞれは、自コントローラの制御対象がマシンであるか、マシンに対応するバーチャルマシンであるかを判別することと、マシンを制御する場合にはリアル用処理を実行し、バーチャルマシンを制御する場合にはバーチャル用処理を実行するように構成されていてもよい。

【0039】

以下、リアル用処理と、バーチャル用処理とを具体的に例示する。図5は、マシンシステム1においてマシン2, 3A, 3Bが行う動作手順を例示するフローチャートである。まず、マシン3Bが、作業位置P1にワーク90を配置する(ステップS101)。作業位置P1にワーク90が配置されたことが、カメラ5により確認されると、マシン3Aが、作業位置P1に配置されたワーク90に対してねじ締めを行う(ステップS102)。次に、マシン3Bが、作業位置P1から荷置台11の上にワーク90を搬送する。荷置台11の上にワーク90が配置されたことが在荷センサ13により確認されると、マシン2がワーク90を搬送する(ステップS104)。

【0040】

図6は、コントローラ100, 200A, 200Bのうち、コントローラ200Bがバーチャルコントローラ600Bに置き換えられことにより、マシン2と、マシン3Aと、バーチャルマシンV3Bとが混在して動作する場合を模式的に示している。コントローラ100は、コントローラ200Bがマシン3Bを制御する場合に、次の処理1を含むリアル用処理を実行する。

処理1) 作業位置P1にワーク90を配置する動作をマシン3Bが完了し、ワーク90がカメラ5により検出された後に、ねじ締め(ステップS102)の開始指令をコントローラ200Aに送信する。

図6の場合、バーチャル空間VSにおいて、作業位置P1にワーク90を配置する動作をバーチャルコントローラ600BがバーチャルマシンV3Bに実行させるものの、リアル空間RSにおいては作業位置P1にワーク90が配置されないため、カメラ5によりワーク90が検出されない。そこで、コントローラ100は、バーチャルコントローラ600BがバーチャルマシンV3Bを制御する場合に、処理1に代えて次の処理2を含むバーチャル用処理を実行する。

処理2) 作業位置P1にワーク90を配置する動作をバーチャルマシンV3Bが完

10

20

30

40

50

了した後、カメラ 5 によるワーク 90 の検出を待機することなく（待機をスキップする処理を行って）、ねじ締め（ステップ S 102）の開始指令をコントローラ 200 A に送信する。

このため、図 6 の場合においても、上記ステップ S 102 が開始されることとなる。

【0041】

コントローラ 200 A は、コントローラ 200 B がマシン 3 B を制御する場合に、次の処理 2 - 1 を含むリアル用処理を実行する。

処理 2 - 1) ツール 60 A によるねじ締め（ステップ S 102）をマシン 3 A に開始させた後、トルクセンサ 61 により検出されるトルクが所定値に達した場合に、ツール 60 A によるねじ締りをマシン 3 A に完了させる。

図 6 の場合、リアル空間 R S において作業位置 P 1 にワーク 90 が配置されていないので、トルクセンサ 61 により検出されるトルクが所定値に達することはない。そこで、コントローラ 200 A は、バーチャルコントローラ 600 B がバーチャルマシン V 3 B を制御する場合に、処理 2 - 1 に代えて次の処理 2 - 2 を含むバーチャル用処理を実行する。

処理 2 - 2) ツール 60 A によるねじ締め（ステップ S 102）をマシン 3 A に開始させた後、所定時間が経過した後に、ツール 60 A によるねじ締りをマシン 3 A に完了させる。このため、図 6 の場合においても、上記ステップ S 102 が完了することとなる。

【0042】

コントローラ 200 B は、上記ステップ S 102 の後、次の処理 3 - 1 を含むリアル用処理を実行する。

処理 3 - 1) 作業位置 P 1 のワーク 90 をツール 60 B により把持する動作をマシン 3 B に実行させた後、ツール 60 B によるワーク 90 の把持が把持センサ 62 により検出された後に、作業位置 P 1 から荷置台 11 の上へのワーク 90 の搬送をマシン 3 B に実行させる。

図 6 の場合、バーチャル空間 V S において、作業位置 P 1 のワーク 90 をツール 60 B により把持する動作をバーチャルコントローラ 600 B がバーチャルマシン V 3 B に実行させるものの、リアル空間 R S においてはツール 60 B によるワーク 90 の把持が行われないので、ツール 60 B によるワーク 90 の把持が把持センサ 62 により検出されることはない。そこで、バーチャルコントローラ 600 B は、処理 3 - 1 に代えて、次の処理 3 - 2 を含むバーチャル用処理を実行する。

処理 3 - 2) 作業位置 P 1 のワーク 90 をツール 60 B により把持する動作をバーチャルマシン V 3 B に実行させた後、把持センサ 62 による把持の検出を待機することなく（待機をスキップする処理を行って）、作業位置 P 1 から荷置台 11 の上へのワーク 90 の搬送をバーチャルマシン V 3 B に実行させる。

このため、図 6 の場合においても、上記ステップ S 103 が実行されることとなる。

【0043】

コントローラ 100 は、コントローラ 200 B がマシン 3 B を制御する場合に、上記ステップ S 103 の後、次の処理 4 - 1 を含むリアル用処理を実行する。

処理 4 - 1) 作業位置 P 1 から荷置台 11 の上にワーク 90 を搬送する動作をマシン 3 B が完了し、荷置台 11 の上へのワーク 90 の配置が在荷センサ 13 により検出された後に、マシン 2 によるワーク 90 の搬送（ステップ S 104）を開始させる。

図 6 の場合、バーチャル空間 V S において、作業位置 P 1 から荷置台 11 の上にワーク 90 を搬送する動作をバーチャルコントローラ 600 B がバーチャルマシン V 3 B に実行させるものの、リアル空間 R S においては荷置台 11 の上にワーク 90 が配置されないため、荷置台 11 の上へのワーク 90 の配置が在荷センサ 13 により検出されることはない。そこで、コントローラ 100 は、上記処理 4 - 1 に代えて、次の処理 4 - 2 を含むバーチャル用処理を実行する。

処理 4 - 2) 作業位置 P 1 から荷置台 11 の上にワーク 90 を搬送する動作をマシン 3 B が完了した後、荷置台 11 の上へのワーク 90 の配置が在荷センサ 13 により検出

10

20

30

40

50

されるのを待機することなく（待機をスキップする処理を行って）、マシン 2 によるワーク 90 の搬送（ステップ S 104）を開始させる。

このため、図 6 の場合においても、上記ステップ S 104 が実行されることとなる。

【0044】

図 7 は、コントローラ 100, 200A, 200B のうち、コントローラ 200A がバーチャルコントローラ 600A に置き換えられことにより、マシン 2 と、バーチャルマシン V3A と、マシン 3B とが混在して動作する場合を模式的に示している。コントローラ 200A は、次の処理 5-1 を含むリアル用処理を実行する。

処理 5-1) ツール 60A によるねじ締め（ステップ S 102）をマシン 3A に開始させた後、トルクセンサ 61 により検出されるトルクが所定値に達した場合に、ツール 60A によるねじ締りをマシン 3A に完了させる。 10

図 7 の場合、バーチャル空間 VS において、ツール 60A によりねじ締を行う動作をバーチャルコントローラ 600A がバーチャルマシン V3A に実行させるものの、リアル空間 RS においてはツール 60A によるねじ締めが行われないので、トルクセンサ 61 により検出されるトルクが所定値に達することはない。そこで、バーチャルコントローラ 600A は、処理 5-1 に代えて、次の処理 5-2 を含むバーチャル用処理を実行する。

処理 5-2) ツール 60A によるねじ締め（ステップ S 102）をマシン 3A に開始させた後、所定時間が経過した後に、ツール 60A によるねじ締りをマシン 3A に完了させる。

このため、図 7 の場合においても、上記ステップ S 102 が完了することとなる。 20

【0045】

コントローラ 200B は、コントローラ 200A がマシン 3A を制御する場合に、上記ステップ S 102 の後、次の処理 3-1 を含むリアル用処理を実行する。

処理 6-1) 作業位置 P1 のワーク 90 をツール 60B により把持する動作をマシン 3B に実行させた後、ツール 60B によるワーク 90 の把持が把持センサ 62 により検出された後に、作業位置 P1 から荷置台 11 の上へのワーク 90 の搬送をマシン 3B に実行させる。

図 7 の場合、リアル空間 RS では、ツール 60A によるねじ締めが行われていないので、ワーク 90 を一体的に搬送できない場合がある。そこで、コントローラ 200B は、バーチャルコントローラ 600A がバーチャルマシン V3A を制御する場合に、処理 6-1 に代えて、次の処理 6-2 を含むバーチャル用処理を実行する。 30

処理 6-2) 作業位置 P1 のワーク 90 をツール 60B により把持する動作をバーチャルマシン V3B に実行させることなく（把持をスキップする処理を行って）、作業位置 P1 から荷置台 11 の上にワーク 90 を搬送する動作をマシン 3B に実行させる。

このため、図 7 の場合においても、上記ステップ S 103 が実行されることとなる。

【0046】

コントローラ 100 は、コントローラ 200A がマシン 3A を制御する場合に、上記ステップ S 103 の後、次の処理 7-1 を含むリアル用処理を実行する。

処理 7-1) 作業位置 P1 から荷置台 11 の上にワーク 90 を搬送する動作をマシン 3B が完了し、荷置台 11 の上へのワーク 90 の配置が在荷センサ 13 により検出された後に、マシン 2 によるワーク 90 の搬送（ステップ S 104）を開始させる。 40

図 7 の場合、リアル空間 RS では荷置台 11 の上にワーク 90 が配置されないため、荷置台 11 の上へのワーク 90 の配置が在荷センサ 13 により検出されることはない。そこで、コントローラ 100 は、上記処理 7-1 に代えて、次の処理 7-2 を含むバーチャル用処理を実行する。

処理 7-2) 作業位置 P1 から荷置台 11 の上にワーク 90 を搬送する動作をマシン 3B が完了した後、荷置台 11 の上へのワーク 90 の配置が在荷センサ 13 により検出されるのを待機することなく（待機をスキップする処理を行って）、マシン 2 によるワーク 90 の搬送（ステップ S 104）を開始させる。

このため、図 7 の場合においても、上記ステップ S 104 が実行されることとなる。 50

【 0 0 4 7 】

図 8 は、コントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B のうち、コントローラ 1 0 0 がバーチャルコントローラ 5 0 0 に置き換えられことにより、バーチャルマシン V 2 と、マシン 3 A と、マシン 3 B とが混在して動作する場合を模式的に示している。コントローラ 2 0 0 B は、コントローラ 1 0 0 がマシン 2 を制御する場合に、上記ステップ S 1 0 2 の後、次の処理 8 - 1 を含むリアル用処理を実行する。

処理 8 - 1) 作業位置 P 1 のワーク 9 0 をツール 6 0 B により把持する動作をマシン 3 B に実行させた後、ツール 6 0 B によるワーク 9 0 の把持が把持センサ 6 2 により検出された後に、作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上へのワーク 9 0 の搬送をマシン 3 B に実行させる。

図 8 の場合、リアル空間 R S では、ワーク 9 0 を荷置台 1 1 の上に配置することができない。そこで、コントローラ 2 0 0 B は、バーチャルコントローラ 5 0 0 がバーチャルマシン V 2 を制御する場合に、処理 8 - 1 に代えて、次の処理 8 - 2 を含むバーチャル用処理を実行する。

処理 8 - 2) 作業位置 P 1 のワーク 9 0 をツール 6 0 B により把持する動作をバーチャルマシン V 3 B に実行させることなく（把持をスキップする処理を行って）、作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上にワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B に実行させる。このため、図 8 の場合においても、上記ステップ S 1 0 3 が実行されることとなる。

【 0 0 4 8 】

コントローラ 1 0 0 は、上記ステップ S 1 0 3 の後、次の処理 9 - 1 を含むリアル用処理を実行する。

処理 9 - 1) 作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上にワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B が完了し、荷置台 1 1 の上へのワーク 9 0 の配置が在荷センサ 1 3 により検出された後に、マシン 2 によるワーク 9 0 の搬送（ステップ S 1 0 4 ）を開始させる。

図 8 の場合、リアル空間 R S では荷置台 1 1 の上にワーク 9 0 が配置されないのので、荷置台 1 1 の上へのワーク 9 0 の配置が在荷センサ 1 3 により検出されない。そこで、バーチャルコントローラ 5 0 0 は、上記処理 9 - 1 に代えて、次の処理 9 - 2 を含むバーチャル用処理を実行する。

処理 9 - 2) 作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上にワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B が完了した後、荷置台 1 1 の上へのワーク 9 0 の配置が在荷センサ 1 3 により検出されるのを待機することなく（待機をスキップする処理を行って）、マシン 2 によるワーク 9 0 の搬送（ステップ S 1 0 4 ）を開始させる。

このため、図 8 の場合においても、上記ステップ S 1 0 4 が実行されることとなる。

【 0 0 4 9 】

以下、コントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B と、バーチャルコントローラ 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B と、コントローラ 3 0 0 との構成をより詳細に例示する。

【 0 0 5 0 】

（ホストコントローラ）

コントローラ 1 0 0 は、複数のコントローラ 2 0 0 A , 2 0 0 B , 6 0 0 A , 6 0 0 B （ローカルコントローラ）と通信可能であり、複数のローカルコントローラをそれぞれ介して、マシン 3 A , 3 B , V 3 A , V 3 B を制御するホストコントローラである。

【 0 0 5 1 】

図 9 に示すように、コントローラ 1 0 0 は、機能上の構成（以下、「機能ブロック」という。）として、判別部 1 1 1 と、プログラム記憶部 1 1 2 と、処理部 1 1 3 とを有する。判別部 1 1 1 は、他のコントローラがマシンを制御するか、マシンに対応するバーチャルマシンを制御するかを判別する。判別部 1 1 1 は、他のコントローラから受信する情報に基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別してもよい。他のコントローラから受信する情報は、他のコントローラにおける制御情報と、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンをするかを示すフラグとを含んでいてもよく、判別部 1 1 1 は、フラグに基づいて、他のコントローラがマシンを

10

20

30

40

50

制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別してもよい。

【 0 0 5 2 】

フラグの一例としては、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかに応じて値が変化する数値が挙げられる。より具体的に、フラグは、他のコントローラがマシンを制御する場合には「マシンシステム 1」であり、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には「0」であるビットデータであってもよい。フラグは、他のコントローラがマシンを制御する場合には「0」であり、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には「マシンシステム 1」であるビットデータであってもよい。以下、他のコントローラの説明におけるフラグについても同様である。

【 0 0 5 3 】

なお、他のコントローラがマシンを制御する場合と、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合とのいずれか一方のみにおいて上記情報がフラグを含むことも、上記情報がフラグを含むことの一例である。この場合、判別部 1 1 1 は、上記情報がフラグを含むか否かに基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別する。このように、上記情報がフラグを含むか否かに基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別することも、フラグに基づいて他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別することの一例である。以下、他のコントローラの説明におけるフラグについても同様である。

【 0 0 5 4 】

他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかによって、上記制御情報の構成が異なる場合がある。この場合、判別部 1 1 1 は、上記制御情報に基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別してもよい。

【 0 0 5 5 】

例えば、図 5 の例において、コントローラ 2 0 0 B がマシン 3 B を制御する場合、コントローラ 1 0 0 がコントローラ 2 0 0 B から受信する情報は以下の制御情報を含み得る。

制御情報 1) 作業位置 P 1 までワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B が完了し、ツール 6 0 B によるワーク 9 0 の把持の解除が把持センサ 6 2 により検出されたことを示す情報。

これに対し、バーチャルコントローラ 6 0 0 B がバーチャルマシン V 3 B を制御する場合、コントローラ 1 0 0 がバーチャルコントローラ 6 0 0 B から受信する情報は以下の制御情報を含み得る。

制御情報 V 1) 作業位置 P 1 までワーク 9 0 を搬送する動作をバーチャルマシン V 3 B が完了したことを示す情報。

【 0 0 5 6 】

制御情報 1 と、制御情報 V 1 とでは、「ツール 6 0 B によるワーク 9 0 の把持の解除が把持センサ 6 2 により検出されたこと」が含まれるか否かにおいて相違する。このような場合、判別部 1 1 1 は、「ツール 6 0 B によるワーク 9 0 の把持の解除が把持センサ 6 2 により検出されたこと」が制御情報に含まれることに基づいて、コントローラ 2 0 0 B がマシン 3 B を制御すると判定する。一方、判別部 1 1 1 は、「ツール 6 0 B によるワーク 9 0 の把持の解除が把持センサ 6 2 により検出されたこと」が制御情報に含まれないことに基づいて、バーチャルコントローラ 6 0 0 B がバーチャルマシン V 3 B を制御すると判定する。

【 0 0 5 7 】

また、コントローラ 2 0 0 A がマシン 3 A を制御する場合、コントローラ 1 0 0 がコントローラ 2 0 0 A から受信する情報は以下の制御情報を含み得る。

制御情報 2) ツール 6 0 A によるねじ締め動作をマシン 3 A が完了したことを、ねじ締め動作の完了時点でトルクセンサ 6 1 により検出されたトルクとを示す情報。

これに対し、バーチャルコントローラ 6 0 0 A がバーチャルマシン V 3 A を制御する場合

10

20

30

40

50

、コントローラ 100 がバーチャルコントローラ 600 A から受信する情報は以下の制御情報を含み得る。

制御情報 V 2) ツール 60 A によるねじ締め動作をマシン 3 A が完了したことを示す情報。

【 0058 】

制御情報 2 と、制御情報 V 2 とでは、「トルクセンサ 61 により検出されたトルク」が含まれるか否かにおいて相違する。このような場合、判別部 111 は、「トルクセンサ 61 により検出されたトルク」が制御情報に含まれることに基づいて、コントローラ 200 A がマシン 3 A を制御すると判定する。一方、判別部 111 は、「トルクセンサ 61 により検出されたトルク」が制御情報に含まれないことに基づいて、バーチャルコントローラ 600 A がバーチャルマシン V 3 A を制御すると判定する。

10

【 0059 】

他のコントローラがマシンを制御する場合には制御情報が暗号化され、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には制御情報が暗号化されないことも考えられる。この場合、判別部 111 は、上記制御情報が暗号化されているか否かに基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別してもよい。

【 0060 】

他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかによって、他のコントローラから情報を受信するための通信状況が異なる場合もある。通信状況の相違の具体例としては、通信の遅延時間の相違、通信に用いられるポートの相違等が挙げられる。他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかによって、他のコントローラから情報を受信するための通信状況が異なる場合、判別部 111 は、他のコントローラから情報を受信するための通信状況に基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別してもよい。

20

【 0061 】

プログラム記憶部 112 は、予め定められたリアル用プログラムを記憶している。リアル用プログラムは、他のコントローラがマシンを制御し、自コントローラもマシンを制御する場合に、コントローラ 100 に所定のリアル用処理を実行させるプログラムである。プログラム記憶部 112 は、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合に、リアル用処理の少なくとも一部を変更したバーチャル用処理をコントローラ 100 に実行させるバーチャル用修正プログラムを更に記憶している。

30

【 0062 】

図 5 の例において、プログラム記憶部 112 が記憶するリアル用プログラムは、以下の処理命令を含み得る。

リアル用処理命令 1) 作業位置 P 1 にワーク 90 を配置する動作をマシン 3 B が完了し、ワーク 90 がカメラ 5 により検出された後に、ねじ締め (ステップ S 102) の開始指令をコントローラ 200 A に送信する。

リアル用処理命令 2) 作業位置 P 1 から荷置台 11 の上にワーク 90 を搬送する動作をマシン 3 B が完了し、荷置台 11 の上へのワーク 90 の配置が在荷センサ 13 により検出された後に、マシン 2 によるワーク 90 の搬送 (ステップ S 104) を開始させる。

40

【 0063 】

バーチャル用処理は、マシンの動作に基づき得られるリアル情報と、バーチャルマシンの動作に基づき得られるバーチャル情報との差異を補う補充処理を含んでいてもよい。バーチャル用処理は、リアル情報とバーチャル情報との差異に対して予め定められたデータを補う処理を含む補充処理を含んでいてもよい。

【 0064 】

例えば、バーチャル用修正プログラムは、以下の補充処理命令を含み得る。

補充処理命令 1) バーチャルコントローラ 600 B がバーチャルマシン V 3 B を制御する場合には、リアル用処理命令 1 において、カメラ 5 によりワーク 90 が検出されたことを疑似的に示す第一補充データを生成する。

50

補充処理命令 2) バーチャルコントローラ 600B がバーチャルマシン V3B を制御する場合には、リアル用処理命令 2 において、荷置台 11 の上へのワーク 90 の配置が在荷センサ 13 により検出されたことを疑似的に示す第二補充データを生成する。

補充処理命令 3) バーチャルコントローラ 600A がバーチャルマシン V3A を制御する場合には、リアル用処理命令 2 において、上記第二補充データを生成する。

補充処理命令 4) 自コントローラがバーチャルマシン V2 を制御する場合には、リアル用処理命令 2 において、上記第二補充データを生成する。

【0065】

リアル情報には、カメラ 5 によりワーク 90 が検出されたことを示す情報（第一検出情報）と、荷置台 11 の上へのワーク 90 の配置が在荷センサ 13 により検出されたことを示す情報（第二検出情報）とが含まれる。バーチャルコントローラ 600B がバーチャルマシン V3B を制御する場合のバーチャル情報には、第一検出情報及び第二検出情報のいずれも含まれない。これに対し、補充処理命令 1 に従った補充処理により第一補充データが生成されることにより、第一検出情報が補われることとなる。また、補充処理命令 2 に従った補充処理により第二補充データが生成されることにより、第二検出情報が補われることとなる。

10

【0066】

バーチャルコントローラ 600A がバーチャルマシン V3A を制御する場合のバーチャル情報には、第二検出情報が含まれない。これに対し、補充処理命令 3 に従った補充処理により第二補充データが生成されることにより、第二検出情報が補われることとなる。

20

【0067】

自コントローラがバーチャルマシン V2 を制御する場合のバーチャル情報には、第二検出情報が含まれない。これに対し、補充処理命令 4 に従った補充処理により第二補充データが生成されることにより、第二検出情報が補われることとなる。

【0068】

バーチャル用処理は、リアル用処理の少なくとも一部をスキップさせるスキップ処理を含んでいてもよい。例えば、バーチャル用修正プログラムは、以下のスキップ処理命令を含み得る。

スキップ処理命令 1) バーチャルコントローラ 600B がバーチャルマシン V3B を制御する場合には、リアル用処理命令 1 において、カメラ 5 によりワーク 90 が検出されたことを待機する処理をスキップさせる第一スキップ処理を実行する。

30

スキップ処理命令 2) バーチャルコントローラ 600B がバーチャルマシン V3B を制御する場合には、リアル用処理命令 2 において、荷置台 11 の上へのワーク 90 の配置が在荷センサ 13 により検出されたことを待機する処理をスキップさせる第二スキップ処理を実行する。

スキップ処理命令 3) バーチャルコントローラ 600A がバーチャルマシン V3A を制御する場合には、リアル用処理命令 2 において、上記第二スキップ処理を実行する。

スキップ処理命令 4) 自コントローラがバーチャルマシン V2 を制御する場合には、リアル用処理命令 2 において、上記第二スキップ処理を実行する。

【0069】

処理部 113 は、他のコントローラがマシンを制御する場合には所定のリアル用処理を実行し、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には、リアル用処理と少なくとも一部が異なるバーチャル用処理を実行する。処理部 113 は、バーチャルコントローラ 600A（第一コントローラ）がバーチャルマシン V3A（第一バーチャルマシン）を制御し、コントローラ 200B（第二コントローラ）がマシン 3B（第二マシン）を制御する場合には、マシン 3A（第一マシン）の動作に関連する第一部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行してもよい。また、処理部 113 は、コントローラ 200A（第一コントローラ）がマシン 3A を制御し、バーチャルコントローラ 600B（第二コントローラ）がバーチャルマシン V3B（第二バーチャルマシン）を制御する場合には、マシン 3B（第二マシン）の動作に関連する第二部分がリアル用処理と異なるバーチャ

40

50

ル用処理を実行してもよい。

【 0 0 7 0 】

処理部 1 1 3 は、上記リアル情報と、上記バーチャル情報との差異を補う補充処理を含むバーチャル用処理を実行してもよい。処理部 1 1 3 は、リアル情報とバーチャル情報との差異に対して予め定められたデータを補う処理を含む補充処理を実行してもよい。

【 0 0 7 1 】

一例として、処理部 1 1 3 は、コントローラ 2 0 0 A がマシン 3 A を制御し、コントローラ 2 0 0 B がマシン 3 B を制御する場合には、リアル用プログラムに基づいてリアル用処理を実行する。具体的に、処理部 1 1 3 は、リアル用処理命令 1 に従って、作業位置 P 1 にワーク 9 0 を配置する動作をマシン 3 B が完了し、ワーク 9 0 がカメラ 5 により検出された後に、ねじ締めを開始指令をコントローラ 2 0 0 A に送信する。また、処理部 1 1 3 は、リアル用処理命令 2 に従って、作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上にワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B が完了し、荷置台 1 1 の上へのワーク 9 0 の配置が在荷センサ 1 3 により検出された後に、マシン 2 によるワーク 9 0 の搬送を開始させる。

【 0 0 7 2 】

コントローラ 2 0 0 A に代わって、バーチャルコントローラ 6 0 0 A がバーチャルマシン V 3 A を制御する場合、処理部 1 1 3 は、リアル用プログラムと、バーチャル用修正プログラムとに基づいて、マシン 3 A の動作に関連する部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行する。具体的に、処理部 1 1 3 は、リアル用処理命令 1 に従って、作業位置 P 1 にワーク 9 0 を配置する動作をマシン 3 B が完了し、ワーク 9 0 がカメラ 5 により検出された後に、ねじ締めを開始指令をバーチャルコントローラ 6 0 0 A に送信する。また、処理部 1 1 3 は、補充処理命令 3 に基づき修正されたリアル用処理命令 2 に従って、作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上にワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B が完了した後、荷置台 1 1 の上へのワーク 9 0 の配置が在荷センサ 1 3 により検出されたことを示す第二補充データを生成し、第二補充データに基づいて、マシン 2 によるワーク 9 0 の搬送を開始させる。

【 0 0 7 3 】

コントローラ 2 0 0 B に代わって、バーチャルコントローラ 6 0 0 B がバーチャルマシン V 3 B を制御する場合、処理部 1 1 3 は、リアル用プログラムと、バーチャル用修正プログラムとに基づいて、マシン 3 B の動作に関連する部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行する。具体的に、処理部 1 1 3 は、補充処理命令 1 に基づき修正されたリアル用処理命令 1 に従って、作業位置 P 1 にワーク 9 0 を配置する動作をバーチャルマシン V 3 B が完了した後、ワーク 9 0 がカメラ 5 により検出されたことを示す第一補充データを生成し、第一補充データに基づいて、ねじ締めを開始指令をコントローラ 2 0 0 A に送信する。また、処理部 1 1 3 は、補充処理命令 2 に基づき修正されたリアル用処理命令 2 に従って、作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上にワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B が完了した後、荷置台 1 1 の上へのワーク 9 0 の配置が在荷センサ 1 3 により検出されたことを示す第二補充データを生成し、第二補充データに基づいて、マシン 2 によるワーク 9 0 の搬送を開始させる。

【 0 0 7 4 】

処理部 1 1 3 は、リアル用処理の少なくとも一部をスキップさせるスキップ処理を含むバーチャル用処理を実行してもよい。一例として、コントローラ 2 0 0 A に代わって、バーチャルコントローラ 6 0 0 A がバーチャルマシン V 3 A を制御する場合、処理部 1 1 3 は、リアル用処理命令 1 に従って、作業位置 P 1 にワーク 9 0 を配置する動作をマシン 3 B が完了し、ワーク 9 0 がカメラ 5 により検出された後に、ねじ締めを開始指令をバーチャルコントローラ 6 0 0 A に送信する。また、処理部 1 1 3 は、スキップ処理命令 3 に基づき修正されたリアル用処理命令 2 に従って、作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上にワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B が完了した後、荷置台 1 1 の上へのワーク 9 0 の配置が在荷センサ 1 3 により検出されるのを待機することなく、マシン 2 によるワーク 9 0 の搬送を開始させる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 5 】

コントローラ 2 0 0 B に代わって、バーチャルコントローラ 6 0 0 B がバーチャルマシン V 3 B を制御する場合、処理部 1 1 3 は、スキップ処理命令 1 に基づき修正されたリアル用処理命令 1 に従って、作業位置 P 1 にワーク 9 0 を配置する動作をバーチャルマシン V 3 B が完了した後、ワーク 9 0 がカメラ 5 により検出されるのを待機することなく、ねじ締めを開始指令をコントローラ 2 0 0 A に送信する。また、処理部 1 1 3 は、スキップ処理命令 2 に基づき修正されたリアル用処理命令 2 に従って、作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上にワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B が完了した後、荷置台 1 1 の上へのワーク 9 0 の配置が在荷センサ 1 3 により検出されるのを待機することなく、マシン 2 によるワーク 9 0 の搬送を開始させる。

10

【 0 0 7 6 】

コントローラ 1 0 0 は、ユーザインタフェースへの入力に基づいてバーチャル用処理を生成するように構成されていてもよい。例えばコントローラ 1 0 0 は、インタフェース生成部 1 2 1 と、代替対象特定部 1 2 2 と、処理生成部 1 2 3 とを更に有する。

【 0 0 7 7 】

インタフェース生成部 1 2 1 は、リアル用処理のうち、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には実行できない一以上の実行不可部分を示す表示部と、一以上の実行不可部分のそれぞれに対して代替処理を入力する入力部と、を含むユーザインタフェースを生成する。本実施形態において、インタフェース生成部 1 2 1 は、コントローラ 3 0 0 にユーザインタフェースを表示させる。ユーザインタフェースの具体例については、

20

【 0 0 7 8 】

代替対象特定部 1 2 2 は、上記リアル情報と、上記バーチャル情報との差異に基づいて一以上の実行不可部分を特定する。例えば代替対象特定部 1 2 2 は、バーチャルコントローラ 6 0 0 A がバーチャルマシン V 3 A を制御する場合のバーチャル情報に上記第二検出情報が含まれないことに基づいて、第二検出情報を待機する部分を実行不可部分として特定する。同様に、代替対象特定部 1 2 2 は、バーチャルコントローラ 6 0 0 B がバーチャルマシン V 3 B を制御する場合のバーチャル情報に上記第一検出情報及び上記第二検出情報が含まれないことに基づいて、第一検出情報を待機する部分及び第二検出情報を待機する部分を実行不可部分として特定する。インタフェース生成部 1 2 1 は、代替対象特定部 1 2 2 により特定された一以上の実行不可部分を上記表示部に表示させる。

30

【 0 0 7 9 】

処理生成部 1 2 3 は、ユーザインタフェースの入力部への入力に基づいて、バーチャル用処理を生成する。例えば処理生成部 1 2 3 は、入力部への入力に基づいて、上述した補充処理命令又はスキップ処理命令を生成し、プログラム記憶部 1 1 2 に記憶させる。

【 0 0 8 0 】

コントローラ 1 0 0 は、リアル情報とバーチャル情報との差異に基づいて、補充処理を生成するように構成されていてもよい。例えば処理生成部 1 2 3 は、リアル情報とバーチャル情報との差異に基づいて、補充処理を生成するように構成されていてもよい。

【 0 0 8 1 】

例えば処理生成部 1 2 3 は、バーチャルコントローラ 6 0 0 A がバーチャルマシン V 3 A を制御する場合のバーチャル情報に上記第二検出情報が含まれないことに基づいて、上記補充処理命令 3 を生成し、プログラム記憶部 1 1 2 に記憶させる。同様に、処理生成部 1 2 3 は、バーチャルコントローラ 6 0 0 B がバーチャルマシン V 3 B を制御する場合のバーチャル情報に上記第一検出情報及び上記第二検出情報が含まれないことに基づいて、上記補充処理命令 1 及び上記補充処理命令 2 を生成し、プログラム記憶部 1 1 2 に記憶させる。

40

【 0 0 8 2 】

コントローラ 1 0 0 は、自コントローラの制御対象がバーチャルマシンである場合にも、バーチャル用処理を実行するように構成されていてもよい。例えばコントローラ 1 0 0

50

は、制御対象判別部 1 3 1 と、送信部 1 3 2 とを更に有する。制御対象判別部 1 3 1 は、自コントローラの制御対象が、マシン（管轄マシン）であるか、バーチャルマシン（管轄バーチャルマシン）であるかを判別する。例えば制御対象判別部 1 3 1 は、自コントローラの制御対象が、マシン 2 であるかバーチャルマシン V 2 であるかを判別する。一例として、制御対象判別部 1 3 1 は、自コントローラが、シミュレーション装置 4 0 0 に構成されたバーチャルコントローラであるか否かに基づいて、自コントローラの制御対象がマシン 2 であるかバーチャルマシン V 2 であるかを判別する。

【 0 0 8 3 】

なお、後述するように、コントローラ 1 0 0 自体が、マシン 2 を実際に制御するリアルモードと、バーチャルマシン V 2 を制御するバーチャルモードとを実行するように構成されていてもよい。このような場合、制御対象判別部 1 3 1 は、リアルモードとバーチャルモードのいずれが選択されているかに基づいて、自コントローラの制御対象がマシン 2 であるかバーチャルマシン V 2 であるかを判別する。

10

【 0 0 8 4 】

処理部 1 1 3 は、自コントローラの制御対象がマシンである場合にはリアル制御処理を実行し、自コントローラの制御対象がバーチャルマシンである場合には、リアル制御処理と少なくとも一部が異なるバーチャル制御処理を実行する。例えば処理部 1 1 3 は、他のコントローラがバーチャルマシンを制御し、自コントローラが管轄マシンを制御する場合には、マシン（他のコントローラが制御するマシン）の動作に関連する外部依存部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行する。このバーチャル用処理は、上述したリアル制御処理に含まれる。処理部 1 1 3 は、他のコントローラがマシンを制御し、自コントローラが管轄バーチャルマシンを制御する場合には、管轄マシンの動作に関連する管轄部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行してもよい。このバーチャル用処理は、上述したバーチャル制御処理に含まれる。

20

【 0 0 8 5 】

送信部 1 3 2 は、制御対象判別部 1 3 1 による判別結果を付加した情報を他のコントローラに送信する。例えば送信部 1 3 2 は、マシン 3 A を動作させる指令（制御情報）に、制御対象判別部 1 3 1 による判別結果（例えば上記フラグ）を付加した情報をコントローラ 2 0 0 A 又はバーチャルコントローラ 6 0 0 A に送信する。また、送信部 1 3 2 は、マシン 3 B を動作させる指令（制御情報）に、制御対象判別部 1 3 1 による判別結果を付加した情報をコントローラ 2 0 0 B 又はバーチャルコントローラ 6 0 0 B に送信する。

30

【 0 0 8 6 】

コントローラ 1 0 0 は、マシン 2 , マシン 3 A , 3 B , V 3 A , V 3 B の制御データを収集し、蓄積するように構成されていてもよい。制御データは、コントローラ 2 0 0 A , 2 0 0 B 又はバーチャルコントローラ 6 0 0 A , 6 0 0 B からコントローラ 1 0 0 に送られる制御情報、コントローラ 1 0 0 からコントローラ 2 0 0 A , 2 0 0 B 、又はバーチャルコントローラ 6 0 0 A , 6 0 0 B に送られる制御指令、コントローラ 1 0 0 からマシン 2 に送られる制御指令、カメラ 5 による検出結果、トルクセンサ 6 1 による検出結果、把持センサ 6 2 による検出結果等が含まれる。例えばコントローラ 1 0 0 は、データ蓄積部 1 4 1 と、データベース 1 4 2 と、データ表示部 1 4 3 とを有する。データ蓄積部 1 4 1 は、マシン 2 , マシン 3 A , 3 B , V 3 A , V 3 B の制御データをデータベース 1 4 2 に時系列で蓄積する。データ表示部 1 4 3 は、データベース 1 4 2 に蓄積された制御データをコントローラ 3 0 0 等に表示させる。

40

【 0 0 8 7 】

データ蓄積部 1 4 1 は、自コントローラの制御対象が管轄マシンであるか管轄バーチャルマシンであるかの判別結果と、他のコントローラの制御対象がマシンであるかバーチャルマシンであるかの判別結果とを、制御データに含めてデータベース 1 4 2 に蓄積させてもよい。この場合、リアル空間 R S において得られたデータと、バーチャル空間 V S において得られたデータとの区別を容易にし、蓄積された制御データの使い勝手を向上させることができる。

50

【 0 0 8 8 】

(ロボットコントローラ)

コントローラ 2 0 0 A は、コントローラ 1 0 0 からの指令に基づいてマシン 3 A を制御するロボットコントローラであり、コントローラ 2 0 0 B は、コントローラ 1 0 0 からの指令に基づいてマシン 3 B を制御するロボットコントローラである。図 1 0 に示すように、コントローラ 2 0 0 A は、マシン 3 A に駆動電力を供給するパワー回路 2 8 0 と、パワー回路 2 8 0 を制御する制御回路 2 9 0 とを有する。制御回路 2 9 0 は、機能ブロックとして、判別部 2 1 1 と、プログラム記憶部 2 1 2 と、処理部 2 1 3 とを有する。

【 0 0 8 9 】

判別部 2 1 1 は、他のコントローラがマシンを制御するか、マシンに対応するバーチャルマシンを制御するかを判別する。判別部 2 1 1 は、他のコントローラから受信する情報に基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別してもよい。他のコントローラから受信する情報は、他のコントローラにおける制御情報と、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンをするかを示すフラグとを含んでいてもよく、判別部 2 1 1 は、フラグに基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別してもよい。

10

【 0 0 9 0 】

他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかによって、上記制御情報の構成が異なる場合がある。この場合、判別部 2 1 1 は、上記制御情報に基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別してもよい。

20

【 0 0 9 1 】

他のコントローラがマシンを制御する場合には制御情報が暗号化され、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には制御情報が暗号化されないことも考えられる。この場合、判別部 2 1 1 は、上記制御情報が暗号化されているか否かに基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別してもよい。

【 0 0 9 2 】

他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかによって、他のコントローラから情報を受信するための通信状況が異なる場合もある。通信状況の相違の具体例としては、通信の遅延時間の相違、通信に用いられるポートの相違等が挙げられる。他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかによって、他のコントローラから情報を受信するための通信状況が異なる場合、判別部 2 1 1 は、他のコントローラから情報を受信するための通信状況に基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別してもよい。

30

【 0 0 9 3 】

プログラム記憶部 2 1 2 は、予め定められたリアル用プログラムを記憶している。リアル用プログラムは、他のコントローラがマシンを制御し、自コントローラもマシンを制御する場合に、コントローラ 2 0 0 A に所定のリアル用処理を実行させるプログラムである。プログラム記憶部 2 1 2 は、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合に、リアル用処理の少なくとも一部を変更したバーチャル用処理をマシン 2 0 0 に実行させるバーチャル用修正プログラムを更に記憶している。

40

【 0 0 9 4 】

図 5 の例において、プログラム記憶部 2 1 2 が記憶するリアル用プログラムは、以下の処理命令を含み得る。

リアル用処理命令 2 - 1) ツール 6 0 A によるねじ締めをマシン 3 A に開始させた後、トルクセンサ 6 1 により検出されるトルクが所定値に達した場合に、ツール 6 0 A によるねじ締めをマシン 3 A に完了させる。

【 0 0 9 5 】

バーチャル用処理は、マシンの動作に基づき得られるリアル情報と、バーチャルマシンの動作に基づき得られるバーチャル情報との差異を補う補充処理を含んでいてもよい。バ

50

ーチャル用処理は、リアル情報とバーチャル情報との差異に対して予め定められたデータを補う処理を含む補充処理を含んでいてもよい。

【 0 0 9 6 】

例えば、バーチャル用修正プログラムは、以下の補充処理命令を含み得る。

補充処理命令 2 - 1) バーチャルコントローラ 6 0 0 B がバーチャルマシン V 3 B を制御する場合には、リアル用処理命令 2 - 1 において、ツール 6 0 A によるねじ締めが開始された後、所定時間が経過したタイミングで、トルクセンサ 6 1 により検出されるトルクが所定値に達したことを疑似的に示す補充データを生成する。

補充処理命令 2 - 2) 自コントローラがバーチャルマシン V 3 A を制御する場合には、リアル用処理命令 2 - 1 において、ツール 6 0 A によるねじ締めが開始された後、所定時間が経過したタイミングで上記補充データを生成する。 10

【 0 0 9 7 】

リアル情報には、トルクセンサ 6 1 により検出されるトルクが所定値に達したことを示す情報（検出情報）が含まれる。バーチャルコントローラ 6 0 0 B がバーチャルマシン V 3 B を制御する場合、及び自コントローラがバーチャルマシン V 3 A を制御する場合のバーチャル情報には、上記検出情報が含まれない。これに対し、補充処理命令 2 - 1 又は補充処理命令 2 - 2 に従った補充処理により補充データが生成されることにより、検出情報が補われることとなる。

【 0 0 9 8 】

バーチャル用処理は、リアル用処理の少なくとも一部をスキップさせるスキップ処理を含んでいてもよい。例えば、バーチャル用修正プログラムは、以下のスキップ処理命令を含み得る。 20

スキップ処理命令 2 - 1) バーチャルコントローラ 6 0 0 B がバーチャルマシン V 3 B を制御する場合には、リアル用処理命令 2 - 1 において、ツール 6 0 A によるねじ締めが開始された後、所定時間が経過したタイミングで、トルクセンサ 6 1 により検出されるトルクが所定値に達したことを待機する処理をスキップする（スキップ処理）。

スキップ処理命令 2 - 2) 自コントローラがバーチャルマシン V 3 A を制御する場合には、リアル用処理命令 2 - 1 において、ツール 6 0 A によるねじ締めが開始された後、所定時間が経過したタイミングで上記スキップ処理を実行する。

【 0 0 9 9 】

処理部 2 1 3 は、他のコントローラがマシンを制御する場合には所定のリアル用処理を実行し、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には、リアル用処理と少なくとも一部が異なるバーチャル用処理を実行する。処理部 2 1 3 は、バーチャルコントローラ 6 0 0 B（第一コントローラ）がバーチャルマシン V 3 B（第一バーチャルマシン）を制御し、コントローラ 1 0 0（第二コントローラ）がマシン 2（第二マシン）を制御する場合には、マシン 3 B（第一マシン）の動作に関連する第一部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行してもよい。また、処理部 2 1 3 は、コントローラ 2 0 0 B（第一コントローラ）がマシン 3 B を制御し、バーチャルコントローラ 5 0 0（第二コントローラ）がバーチャルマシン V 2（第二バーチャルマシン）を制御する場合には、マシン 2（第二マシン）の動作に関連する第二部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行してもよい。 40

【 0 1 0 0 】

処理部 2 1 3 は、上記リアル情報と、上記バーチャル情報との差異を補う補充処理を含むバーチャル用処理を実行してもよい。処理部 2 1 3 は、リアル情報とバーチャル情報との差異に対して予め定められたデータを補う処理を含む補充処理を実行してもよい。処理部 2 1 3 は、リアル用処理の少なくとも一部をスキップさせるスキップ処理を含むバーチャル用処理を実行してもよい。

【 0 1 0 1 】

一例として、処理部 2 1 3 は、コントローラ 2 0 0 B がマシン 3 B を制御し、コントローラ 1 0 0 がマシン 2 を制御する場合には、リアル用プログラムに基づいてリアル用処理 50

を実行する。具体的に、処理部 2 1 3 は、リアル用処理命令 2 - 1 に従って、ツール 6 0 A によるねじ締めをマシン 3 A に開始させた後、トルクセンサ 6 1 により検出されるトルクが所定値に達した場合に、ツール 6 0 A によるねじ締めをマシン 3 A に完了させる。

【 0 1 0 2 】

コントローラ 2 0 0 B に代わって、バーチャルコントローラ 6 0 0 B がバーチャルマシン V 3 B を制御する場合、処理部 2 1 3 は、リアル用プログラムと、バーチャル用修正プログラムとに基づいて、マシン 3 B の動作に関連する部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行する。具体的に、処理部 2 1 3 は、補充処理命令 2 - 1 に基づき修正されたリアル用処理命令 2 - 1 に従って、ツール 6 0 A によるねじ締めをマシン 3 A に開始させた後、所定時間が経過したタイミングで上記補充データを生成し、補充データに基づいて、ツール 6 0 A によるねじ締めをマシン 3 A に完了させる。

10

【 0 1 0 3 】

処理部 2 1 3 は、スキップ処理命令 2 - 1 に基づき修正されたリアル用処理命令 2 - 1 に従って、ツール 6 0 A によるねじ締めをマシン 3 A に開始させた後、所定時間が経過したタイミングで、トルクセンサ 6 1 により検出されるトルクが所定値に達するのを待機することなく、ツール 6 0 A によるねじ締めをマシン 3 A に完了させてもよい。

【 0 1 0 4 】

コントローラ 2 0 0 A は、ユーザインタフェースへの入力に基づいてバーチャル用処理を生成するように構成されていてもよい。例えばマシン 2 0 0 は、インタフェース生成部 2 2 1 と、代替対象特定部 2 2 2 と、処理生成部 2 2 3 とを更に有する。

20

【 0 1 0 5 】

インタフェース生成部 2 2 1 は、リアル用処理のうち、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には実行できない一以上の実行不可部分を示す表示部と、一以上の実行不可部分のそれぞれに対して代替処理を入力する入力部と、を含むユーザインタフェースを生成する。本実施形態において、インタフェース生成部 2 2 1 は、コントローラ 3 0 0 にユーザインタフェースを表示させる。ユーザインタフェースの具体例については、コントローラ 3 0 0 の説明において後述する。

【 0 1 0 6 】

代替対象特定部 2 2 2 は、上記リアル情報と、上記バーチャル情報との差異に基づいて一以上の実行不可部分を特定する。例えば代替対象特定部 2 2 2 は、バーチャルコントローラ 6 0 0 B がバーチャルマシン V 3 B を制御する場合のバーチャル情報に上記検出情報が含まれないことに基づいて、検出情報を待機する部分を実行不可部分として特定する。インタフェース生成部 2 2 1 は、代替対象特定部 2 2 2 により特定された一以上の実行不可部分を上記表示部に表示させる。

30

【 0 1 0 7 】

処理生成部 2 2 3 は、ユーザインタフェースの入力部への入力に基づいて、バーチャル用処理を生成する。例えば処理生成部 2 2 3 は、入力部への入力に基づいて、上述した補充処理命令又はスキップ処理命令を生成し、プログラム記憶部 1 1 2 に記憶させる。

【 0 1 0 8 】

コントローラ 2 0 0 A は、リアル情報とバーチャル情報との差異に基づいて、補充処理を生成するように構成されていてもよい。例えば処理生成部 2 2 3 は、リアル情報とバーチャル情報との差異に基づいて、補充処理を生成するように構成されていてもよい。例えば処理生成部 2 2 3 は、バーチャルコントローラ 6 0 0 B がバーチャルマシン V 3 B を制御する場合のバーチャル情報に上記検出情報が含まれないことに基づいて、上記補充処理命令 2 - 1 を生成し、プログラム記憶部 1 1 2 に記憶させる。

40

【 0 1 0 9 】

コントローラ 2 0 0 A は、自コントローラの制御対象がバーチャルマシンである場合にも、バーチャル用処理を実行するように構成されていてもよい。例えばコントローラ 2 0 0 A は、制御対象判別部 2 3 1 と、送信部 2 3 2 とを更に有する。制御対象判別部 2 3 1 は、自コントローラの制御対象が、マシン（管轄マシン）であるか、バーチャルマシン（

50

管轄バーチャルマシン)であるかを判別する。例えば制御対象判別部 2 3 1 は、自コントローラの制御対象が、マシン 3 A であるかバーチャルマシン V 3 A であるかを判別する。一例として、制御対象判別部 2 3 1 は、自コントローラが、シミュレーション装置 4 0 0 に構成されたバーチャルコントローラであるか否かに基づいて、自コントローラの制御対象がマシン 3 A であるかバーチャルマシン V 3 A であるかを判別する。

【 0 1 1 0 】

なお、後述するように、コントローラ 2 0 0 A 自体が、マシン 3 A を実際に制御するリアルモードと、バーチャルマシン V 3 A を制御するバーチャルモードとを実行するように構成されていてもよい。このような場合、制御対象判別部 2 3 1 は、リアルモードとバーチャルモードのいずれが選択されているかに基づいて、自コントローラの制御対象がマシン 3 A であるかバーチャルマシン V 3 A であるかを判別する。

10

【 0 1 1 1 】

処理部 2 1 3 は、自コントローラの制御対象がマシンである場合にはリアル制御処理を実行し、自コントローラの制御対象がバーチャルマシンである場合には、リアル制御処理と少なくとも一部が異なるバーチャル制御処理を実行する。例えば処理部 2 1 3 は、他のコントローラがバーチャルマシンを制御し、自コントローラが管轄マシンを制御する場合には、マシン(他のコントローラが制御するマシン)の動作に関連する外部依存部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行する。このバーチャル用処理は、上述したリアル制御処理に含まれる。処理部 2 1 3 は、他のコントローラがマシンを制御し、自コントローラが管轄バーチャルマシンを制御する場合には、管轄マシンの動作に関連する管轄部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行してもよい。このバーチャル用処理は、上述したバーチャル制御処理に含まれる。

20

【 0 1 1 2 】

一例として、処理部 2 1 3 は、自コントローラが管轄バーチャルマシンを制御する場合には、上記補充処理命令 2 - 2 に基づき修正されたリアル用処理命令 2 - 1 に従って、ツール 6 0 A によるねじ締めをマシン 3 A に開始させた後、所定時間が経過したタイミングで上記補充データを生成し、補充データに基づいて、ツール 6 0 A によるねじ締めをマシン 3 A に完了させる。

【 0 1 1 3 】

処理部 2 1 3 は、スキップ処理命令 2 - 2 に基づき修正されたリアル用処理命令 2 - 1 に従って、ツール 6 0 A によるねじ締めをマシン 3 A に開始させた後、所定時間が経過したタイミングで、トルクセンサ 6 1 により検出されるトルクが所定値に達するのを待機することなく、ツール 6 0 A によるねじ締めをマシン 3 A に完了させてもよい。

30

【 0 1 1 4 】

送信部 2 3 2 は、制御対象判別部 2 3 1 による判別結果を付加した情報を他のコントローラに送信する。例えば送信部 2 3 2 は、マシン 3 A の動作結果を示す情報(制御情報)に、制御対象判別部 2 3 1 による判別結果(例えば上記フラグ)を付加した情報をコントローラ 1 0 0 又はバーチャルコントローラ 5 0 0 に送信する。

【 0 1 1 5 】

コントローラ 2 0 0 B も、コントローラ 2 0 0 A と同様に、パワー回路 2 8 0 と、制御回路 2 9 0 とを有する。図 5 の例において、コントローラ 2 0 0 B のプログラム記憶部 2 1 2 が記憶するリアル用プログラムは、以下の処理命令を含み得る。

40

リアル用処理命令 3 - 1) 作業位置 P 1 のワーク 9 0 をツール 6 0 B により把持する動作をマシン 3 B に実行させた後、ツール 6 0 B によるワーク 9 0 の把持が把持センサ 6 2 により検出された後に、作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上へのワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B に実行させる。

【 0 1 1 6 】

また、バーチャル用修正プログラムは、以下の補充処理命令を含み得る。

補充処理命令 3 - 1) バーチャルコントローラ 6 0 0 A がバーチャルマシン V 3 A を制御する場合には、リアル用処理命令 2 - 1 において、把持センサ 6 2 によりワーク 9

50

0 の把持が検出されたことを疑似的に示す補充データを生成する。

補充処理命令 3 - 2) バーチャルコントローラ 5 0 0 がバーチャルマシン V 2 を制御する場合には、リアル用処理命令 2 - 1 において、上記補充データを生成する。

補充処理命令 3 - 3) 自コントローラがバーチャルマシン V 3 B を制御する場合には、リアル用処理命令 2 - 1 において、上記補充データを生成する。

【 0 1 1 7 】

リアル情報には、把持センサ 6 2 によりワーク 9 0 の把持が検出されたことを示す情報（検出情報）が含まれる。バーチャルコントローラ 6 0 0 A がバーチャルマシン V 3 A を制御する場合、バーチャルコントローラ 5 0 0 がバーチャルマシン V 2 を制御する場合、及び自コントローラがバーチャルマシン V 3 B を制御する場合のバーチャル情報には、検出情報が含まれない。これに対し、補充処理命令 3 - 1、補充処理命令 3 - 2 又は補充処理命令 3 - 3 に従った補充処理により補充データが生成されることにより、検出情報が補われることとなる。

10

【 0 1 1 8 】

バーチャル用処理は、リアル用処理の少なくとも一部をスキップさせるスキップ処理を含んでいてもよい。例えば、バーチャル用修正プログラムは、以下のスキップ処理命令を含み得る。

スキップ処理命令 3 - 1) バーチャルコントローラ 6 0 0 A がバーチャルマシン V 3 A を制御する場合には、リアル用処理命令 3 - 1 において、作業位置 P 1 のワーク 9 0 をツール 6 0 B により把持する動作をマシン 3 B に実行させる処理をスキップする（第一スキップ処理）。

20

スキップ処理命令 3 - 2) バーチャルコントローラ 6 0 0 A がバーチャルマシン V 3 A を制御する場合には、リアル用処理命令 3 - 1 において、上記第一スキップ処理の後、把持センサ 6 2 によりワーク 9 0 の把持が検出されたことを待機する処理をスキップする（第二スキップ処理）。

スキップ処理命令 3 - 3) バーチャルコントローラ 5 0 0 がバーチャルマシン V 2 を制御する場合には、リアル用処理命令 3 - 1 において、上記第一スキップ処理を実行する。

スキップ処理命令 3 - 4) バーチャルコントローラ 5 0 0 がバーチャルマシン V 2 を制御する場合には、リアル用処理命令 3 - 1 において、上記第一スキップ処理の後、上記第二スキップ処理を実行する。

30

スキップ処理命令 3 - 5) 自コントローラがバーチャルマシン V 3 B を制御する場合には、リアル用処理命令 3 - 1 において、上記第二スキップ処理を実行する。

【 0 1 1 9 】

処理部 2 1 3 は、コントローラ 2 0 0 B がマシン 3 B を制御し、コントローラ 1 0 0 がマシン 2 を制御する場合には、リアル用プログラムに基づいてリアル用処理を実行する。具体的に、処理部 2 1 3 は、リアル用処理命令 3 - 1 に従って、作業位置 P 1 のワーク 9 0 をツール 6 0 B により把持する動作をマシン 3 B に実行させた後、ツール 6 0 B によるワーク 9 0 の把持が把持センサ 6 2 により検出された後に、作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上へのワーク 9 0 の搬送をマシン 3 B に実行させる。

40

【 0 1 2 0 】

コントローラ 2 0 0 A に代わって、バーチャルコントローラ 6 0 0 A がバーチャルマシン V 3 A を制御する場合、処理部 2 1 3 は、リアル用プログラムと、バーチャル用修正プログラムとに基づいて、マシン 3 A の動作に関連する部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行する。具体的に、処理部 2 1 3 は、スキップ処理命令 3 - 1 と、補充処理命令 3 - 1 とに基づき修正されたリアル用処理命令 3 - 1 に従って、作業位置 P 1 のワーク 9 0 をツール 6 0 B により把持する動作をマシン 3 B に実行させることなく、補充データを生成し、補充データに基づいて、作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上にワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B に実行させる。

【 0 1 2 1 】

50

処理部 2 1 3 は、スキップ処理命令 3 - 1 と、スキップ処理命令 3 - 2 とに基づき修正されたリアル用処理命令 3 - 1 に従って、作業位置 P 1 のワーク 9 0 をツール 6 0 B により把持する動作をマシン 3 B に実行させることなく、把持センサ 6 2 によるワーク 9 0 の把持の検出を待機することなく、作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上にワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B に実行させてもよい。

【 0 1 2 2 】

コントローラ 1 0 0 に代わって、バーチャルコントローラ 5 0 0 がバーチャルマシン V 2 を制御する場合、処理部 2 1 3 は、リアル用プログラムと、バーチャル用修正プログラムとに基づいて、マシン 2 の動作に関連する部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行する。具体的に、処理部 2 1 3 は、スキップ処理命令 3 - 3 と、補充処理命令 3 - 2 とに基づき修正されたリアル用処理命令 3 - 1 に従って、作業位置 P 1 のワーク 9 0 をツール 6 0 B により把持する動作をマシン 3 B に実行させることなく、補充データを生成し、補充データに基づいて、作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上にワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B に実行させる。

10

【 0 1 2 3 】

処理部 2 1 3 は、スキップ処理命令 3 - 3 と、スキップ処理命令 3 - 4 とに基づき修正されたリアル用処理命令 3 - 1 に従って、作業位置 P 1 のワーク 9 0 をツール 6 0 B により把持する動作をマシン 3 B に実行させることなく、把持センサ 6 2 によるワーク 9 0 の把持の検出を待機することなく、作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上にワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B に実行させてもよい。

20

【 0 1 2 4 】

例えば処理生成部 2 2 3 は、バーチャルコントローラ 6 0 0 A がバーチャルマシン V 3 A を制御する場合、及びバーチャルコントローラ 5 0 0 がバーチャルマシン V 2 を制御する場合のバーチャル情報に上記検出情報が含まれないことに基づいて、上記補充処理命令 3 - 1 及び上記補充処理命令 3 - 2 を生成し、プログラム記憶部 1 1 2 に記憶させてもよい。

【 0 1 2 5 】

コントローラ 2 0 0 B の制御対象判別部 2 3 1 は、自コントローラの制御対象が、マシン 3 B であるかバーチャルマシン V 3 B であるかを判別する。一例として、制御対象判別部 2 3 1 は、自コントローラが、シミュレーション装置 4 0 0 に構成されたバーチャルコントローラであるか否かに基づいて、自コントローラの制御対象がマシン 3 B であるかバーチャルマシン V 3 B であるかを判別する。

30

【 0 1 2 6 】

なお、後述するように、コントローラ 2 0 0 B 自体が、マシン 3 B を実際に制御するリアルモードと、バーチャルマシン V 3 B を制御するバーチャルモードとを実行するように構成されていてもよい。このような場合、制御対象判別部 2 3 1 は、リアルモードとバーチャルモードのいずれが選択されているかに基づいて、自コントローラの制御対象がマシン 3 B であるかバーチャルマシン V 3 B であるかを判別する。

【 0 1 2 7 】

処理部 2 1 3 は、自コントローラの制御対象がマシンである場合にはリアル制御処理を実行し、自コントローラの制御対象がバーチャルマシンである場合には、リアル制御処理と少なくとも一部が異なるバーチャル制御処理を実行する。例えば処理部 2 1 3 は、他のコントローラがバーチャルマシンを制御し、自コントローラが管轄マシンを制御する場合には、マシン（他のコントローラが制御するマシン）の動作に関連する外部依存部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行する。このバーチャル用処理は、上述したリアル制御処理に含まれる。処理部 2 1 3 は、他のコントローラがマシンを制御し、自コントローラが管轄バーチャルマシンを制御する場合には、管轄マシンの動作に関連する管轄部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行してもよい。このバーチャル用処理は、上述したバーチャル制御処理に含まれる。

40

【 0 1 2 8 】

50

一例として、処理部 2 1 3 は、自コントローラが管轄バーチャルマシンを制御する場合には、上記補充処理命令 3 - 3 に基づき修正されたリアル用処理命令 3 - 1 に従って、作業位置 P 1 のワーク 9 0 をツール 6 0 B により把持する動作をマシン 3 B に実行させた後、補充データを生成し、補充データに基づいて、作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上にワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B に実行させる。

【 0 1 2 9 】

処理部 2 1 3 は、スキップ処理命令 3 - 5 に基づき修正されたリアル用処理命令 3 - 1 に従って、作業位置 P 1 のワーク 9 0 をツール 6 0 B により把持する動作をマシン 3 B に実行させた後、把持センサ 6 2 によるワーク 9 0 の把持の検出を待機することなく、作業位置 P 1 から荷置台 1 1 の上にワーク 9 0 を搬送する動作をマシン 3 B に実行させてもよい。

10

【 0 1 3 0 】

送信部 2 3 2 は、制御対象判別部 2 3 1 による判別結果を付加した情報を他のコントローラに送信する。例えば送信部 2 3 2 は、マシン 3 B の動作結果を示す情報（制御情報）に、制御対象判別部 2 3 1 による判別結果（例えば上記フラグ）を付加した情報をコントローラ 1 0 0 又はバーチャルコントローラ 5 0 0 に送信する。

【 0 1 3 1 】

（バーチャルコントローラ）

図 1 1 に示すように、バーチャルコントローラ 5 0 0 は、機能ブロックとして、コントローラ 1 0 0 の判別部 1 1 1 と、プログラム記憶部 1 1 2 と、処理部 1 1 3 とにそれぞれ対応する判別部 5 1 1 と、プログラム記憶部 5 1 2 と、処理部 5 1 3 とを有する。判別部 5 1 1 は、上記判別部 1 1 1 と同様に、他のコントローラがマシンを制御するか、マシンに対応するバーチャルマシンを制御するかを判別する。プログラム記憶部 5 1 2 は、プログラム記憶部 1 1 2 が記憶するリアル用プログラムと、バーチャル用修正プログラムと同じプログラムを記憶する。処理部 5 1 3 は、他のコントローラがマシンを制御する場合には、処理部 1 1 3 によるリアル用処理をシミュレーションし、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には、処理部 1 1 3 によるバーチャル用処理をシミュレーションする。

20

【 0 1 3 2 】

処理部 5 1 3 が実行する処理は、主として、マシン 2 をリアル空間 R S において動作させるのに代えて、モデル記憶部 4 1 0 が記憶する三次元モデルに基づいて、バーチャルマシン V 2 をバーチャル空間 V S において動作させる点において処理部 1 1 3 が実行する処理と異なる。その他の点において、処理部 5 1 3 が実行する処理は、処理部 1 1 3 が実行する処理と実質的に同様である。

30

【 0 1 3 3 】

バーチャルコントローラ 5 0 0 は、コントローラ 1 0 0 のインタフェース生成部 1 2 1 と、代替対象特定部 1 2 2 と、処理生成部 1 2 3 とにそれぞれ対応するインタフェース生成部 5 2 1 と、代替対象特定部 5 2 2 と、処理生成部 5 2 3 とを更に有してもよい。インタフェース生成部 5 2 1 は、インタフェース生成部 1 2 1 が生成するのと同様のユーザインタフェースを生成する。本実施形態において、インタフェース生成部 5 2 1 はコントローラ 3 0 0 にユーザインタフェースを表示させる。ユーザインタフェースの具体例については、コントローラ 3 0 0 の説明において後述する。

40

【 0 1 3 4 】

代替対象特定部 5 2 2 は、代替対象特定部 1 2 2 と同様に、上記リアル情報と、上記バーチャル情報との差異に基づいて一以上の実行不可部分を特定する。インタフェース生成部 5 2 1 は、代替対象特定部 5 2 2 により特定された一以上の実行不可部分を上記表示部に表示させる。

【 0 1 3 5 】

処理生成部 5 2 3 は、処理生成部 1 2 3 と同様に、ユーザインタフェースの入力部への入力に基づいて、バーチャル用処理を生成する。例えば処理生成部 5 2 3 は、入力部への

50

入力に基づいて、上述した補充処理命令又はスキップ処理命令を生成し、プログラム記憶部 5 1 2 に記憶させる。

【 0 1 3 6 】

バーチャルコントローラ 5 0 0 は、コントローラ 1 0 0 の制御対象判別部 1 3 1 と、送信部 1 3 2 とにそれぞれ対応する制御対象判別部 5 3 1 と、送信部 5 3 2 とを更に有してもよい。制御対象判別部 5 3 1 は、制御対象判別部 1 3 1 と同様に、自コントローラの制御対象が、マシン（管轄マシン）であるか、バーチャルマシン（管轄バーチャルマシン）であるかを判別する。

【 0 1 3 7 】

処理部 5 1 3 は、自コントローラの制御対象がマシンである場合にはリアル制御処理を実行し、自コントローラの制御対象がバーチャルマシンである場合には、リアル制御処理と少なくとも一部が異なるバーチャル制御処理を実行する。例えば処理部 5 1 3 は、他のコントローラがバーチャルマシンを制御し、自コントローラが管轄マシンを制御する場合には、マシン（他のコントローラが制御するマシン）の動作に関連する外部依存部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行する。このバーチャル用処理は、上述したリアル制御処理に含まれる。処理部 5 1 3 は、他のコントローラがマシンを制御し、自コントローラが管轄バーチャルマシンを制御する場合には、管轄マシンの動作に関連する管轄部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行してもよい。このバーチャル用処理は、上述したバーチャル制御処理に含まれる。

【 0 1 3 8 】

送信部 5 3 2 は、送信部 1 3 2 と同様に、制御対象判別部 5 3 1 による判別結果を付加した情報を他のコントローラに送信する。例えば送信部 5 3 2 は、マシン 3 A を動作させる指令（制御情報）に、制御対象判別部 5 3 1 による判別結果（例えば上記フラグ）を付加した情報をコントローラ 2 0 0 A 又はバーチャルコントローラ 6 0 0 A に送信する。また、送信部 5 3 2 は、マシン 3 B を動作させる指令（制御情報）に、制御対象判別部 5 3 1 による判別結果を付加した情報をコントローラ 2 0 0 B 又はバーチャルコントローラ 6 0 0 B に送信する。

【 0 1 3 9 】

バーチャルコントローラ 5 0 0 は、コントローラ 1 0 0 のデータ蓄積部 1 4 1 と、データベース 1 4 2 と、データ表示部 1 4 3 とにそれぞれ対応するデータ蓄積部 5 4 1 と、データベース 5 4 2 と、データ表示部 5 4 3 とを更に有してもよい。データ蓄積部 5 4 1 は、データ蓄積部 1 4 1 と同様に、マシン 2 , マシン 3 A , 3 B , V 3 A , V 3 B の制御データをデータベース 5 4 2 に時系列で蓄積する。データ表示部 5 4 3 は、データベース 5 4 2 に蓄積された制御データをコントローラ 3 0 0 等に表示させる。

【 0 1 4 0 】

図 1 2 に示すように、バーチャルコントローラ 6 0 0 A は、機能ブロックとして、コントローラ 2 0 0 A の判別部 2 1 1 と、プログラム記憶部 2 1 2 と、処理部 2 1 3 とにそれぞれ対応する判別部 6 1 1 と、プログラム記憶部 6 1 2 と、処理部 6 1 3 とを有する。判別部 6 1 1 は、上記判別部 2 1 1 と同様に、他のコントローラがマシンを制御するか、マシンに対応するバーチャルマシンを制御するかを判別する。プログラム記憶部 6 1 2 は、プログラム記憶部 2 1 2 が記憶するリアル用プログラムと、バーチャル用修正プログラムと同じプログラムを記憶する。処理部 6 1 3 は、他のコントローラがマシンを制御する場合には、処理部 2 1 3 によるリアル用処理をシミュレーションし、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には、処理部 2 1 3 によるバーチャル用処理をシミュレーションする。

【 0 1 4 1 】

処理部 6 1 3 が実行する処理は、主として、マシン 3 A をリアル空間 R S において動作させるのに代えて、モデル記憶部 4 1 0 が記憶する三次元モデルに基づいて、バーチャルマシン V 3 A をバーチャル空間 V S において動作させる点において処理部 2 1 3 が実行する処理と異なる。その他の点において、処理部 6 1 3 が実行する処理は、処理部 2 1 3 が

実行する処理と実質的に同様である。

【0142】

バーチャルコントローラ600Aは、コントローラ200Aのインタフェース生成部221と、代替対象特定部222と、処理生成部223とにそれぞれ対応するインタフェース生成部621と、代替対象特定部622と、処理生成部623とを更に有してもよい。インタフェース生成部621は、インタフェース生成部221が生成するのと同様のユーザインタフェースを生成する。本実施形態において、インタフェース生成部621はコントローラ300にユーザインタフェースを表示させる。ユーザインタフェースの具体例については、コントローラ300の説明において後述する。

【0143】

代替対象特定部622は、代替対象特定部222と同様に、上記リアル情報と、上記バーチャル情報との差異に基づいて一以上の実行不可部分を特定する。インタフェース生成部621は、代替対象特定部622により特定された一以上の実行不可部分を上記表示部に表示させる。

【0144】

処理生成部623は、処理生成部223と同様に、ユーザインタフェースの入力部への入力に基づいて、バーチャル用処理を生成する。例えば処理生成部623は、入力部への入力に基づいて、上述した補充処理命令又はスキップ処理命令を生成し、プログラム記憶部612に記憶させる。

【0145】

600は、コントローラ200Aの制御対象判別部231と、送信部232とにそれぞれ対応する制御対象判別部631と、送信部632とを更に有してもよい。制御対象判別部631は、制御対象判別部231と同様に、自コントローラの制御対象が、マシン（管轄マシン）であるか、バーチャルマシン（管轄バーチャルマシン）であるかを判別する。

【0146】

処理部613は、自コントローラの制御対象がマシンである場合にはリアル制御処理を実行し、自コントローラの制御対象がバーチャルマシンである場合には、リアル制御処理と少なくとも一部が異なるバーチャル制御処理を実行する。例えば処理部613は、他のコントローラがバーチャルマシンを制御し、自コントローラが管轄マシンを制御する場合には、マシン（他のコントローラが制御するマシン）の動作に関連する外部依存部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行する。このバーチャル用処理は、上述したリアル制御処理に含まれる。処理部613は、他のコントローラがマシンを制御し、自コントローラが管轄バーチャルマシンを制御する場合には、管轄マシンの動作に関連する管轄部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行してもよい。このバーチャル用処理は、上述したバーチャル制御処理に含まれる。

【0147】

送信部632は、送信部232と同様に、制御対象判別部631による判別結果を付加した情報を他のコントローラに送信する。例えば送信部632は、バーチャルマシンV3Aの動作結果を示す情報（制御情報）に、制御対象判別部631による判別結果（例えば上記フラグ）を付加した情報をコントローラ100又はバーチャルコントローラ500に送信する。

【0148】

バーチャルコントローラ600Bも、バーチャルコントローラ600Aと同様に、コントローラ200Bの判別部211と、プログラム記憶部212と、処理部213とにそれぞれ対応する判別部611と、プログラム記憶部612と、処理部613とを有する。処理部613が実行する処理は、主として、マシン3Bをリアル空間RSにおいて動作させるのに代えて、モデル記憶部410が記憶する三次元モデルに基づいて、バーチャルマシンV3Bをバーチャル空間VSにおいて動作させる点において処理部213が実行する処理と異なる。その他の点において、処理部613が実行する処理は、処理部213が実行する処理と実質的に同様である。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 9 】

バーチャルコントローラ 6 0 0 B は、バーチャルコントローラ 6 0 0 A と同様に、コントローラ 2 0 0 B のインタフェース生成部 2 2 1 と、代替対象特定部 2 2 2 と、処理生成部 2 2 3 とにそれぞれ対応するインタフェース生成部 6 2 1 と、代替対象特定部 6 2 2 と、処理生成部 6 2 3 とを更に有してもよい。また、バーチャルコントローラ 6 0 0 B は、バーチャルコントローラ 6 0 0 A と同様に、コントローラ 2 0 0 B の制御対象判別部 2 3 1 と、送信部 2 3 2 とにそれぞれ対応する制御対象判別部 6 3 1 と、送信部 6 3 2 とを更に有してもよい。送信部 6 3 2 は、バーチャルマシン V 3 B の動作結果を示す情報（制御情報）に、制御対象判別部 6 3 1 による判別結果（例えば上記フラグ）を付加した情報をコントローラ 1 0 0 又はバーチャルコントローラ 5 0 0 に送信する。

10

【 0 1 5 0 】

（設定コントローラ）

コントローラ 3 0 0 は、コントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B と、バーチャルコントローラ 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B とに対して、制御条件の設定を行う設定コントローラである。制御条件の具体例としては、制御ゲインの他、把持センサ 6 2 によるねじ締めにおいて、トルクセンサ 6 1 により検出されるトルクに対する上記所定値等が挙げられる。コントローラ 3 0 0 は、コントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B と、バーチャルコントローラ 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B のそれぞれ（他のコントローラ）と通信可能なコントローラである。

【 0 1 5 1 】

図 1 3 に示すように、コントローラ 3 0 0 は、機能ブロックとして、判別部 3 1 1 と、プログラム記憶部 3 1 2 と、条件設定処理部 3 1 3 とを有する。判別部 3 1 1 は、他のコントローラがマシンを制御するか、マシンに対応するバーチャルマシンを制御するかを判別する。判別部 3 1 1 は、他のコントローラから受信する情報に基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別してもよい。他のコントローラから受信する情報は、他のコントローラにおける制御情報と、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンをするかを示すフラグとを含んでいてもよく、判別部 3 1 1 は、フラグに基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別してもよい。

20

【 0 1 5 2 】

他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかによって、上記制御情報の構成が異なる場合がある。この場合、判別部 3 1 1 は、上記制御情報に基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別してもよい。

30

【 0 1 5 3 】

他のコントローラがマシンを制御する場合には制御情報が暗号化され、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には制御情報が暗号化されないことも考えられる。この場合、判別部 3 1 1 は、上記制御情報が暗号化されているか否かに基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別してもよい。

【 0 1 5 4 】

他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかによって、他のコントローラから情報を受信するための通信状況が異なる場合もある。通信状況の相違の具体例としては、通信の遅延時間の相違、通信に用いられるポートの相違等が挙げられる。他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかによって、他のコントローラから情報を受信するための通信状況が異なる場合、判別部 3 1 1 は、他のコントローラから情報を受信するための通信状況に基づいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかを判別してもよい。

40

【 0 1 5 5 】

プログラム記憶部 3 1 2 は、予め定められたリアル用プログラムを記憶している。リアル用プログラムは、他のコントローラがマシンを制御する場合に、コントローラ 3 0 0 に

50

所定のリアル用処理を実行させるプログラムである。プログラム記憶部 3 1 2 は、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合に、リアル用処理の少なくとも一部を変更したバーチャル用処理をコントローラ 3 0 0 に実行させるバーチャル用修正プログラムを更に記憶している。

【 0 1 5 6 】

プログラム記憶部 3 1 2 が記憶するリアル用プログラムは、次のリアル用設定処理命令を含む。

リアル用設定処理命令 1) コントローラ 1 0 0 に対する制御条件の設定用のユーザインタフェース (以下、「リアル用インタフェース」という。) を生成し、リアル用インタフェースへの入力に基づきコントローラ 1 0 0 に対する制御条件を設定する。

10

リアル用設定処理命令 2) コントローラ 2 0 0 A に対するリアル用インタフェースを生成し、リアル用インタフェースへの入力に基づきコントローラ 2 0 0 A に対する制御条件を設定する。

リアル用設定処理命令 3) コントローラ 2 0 0 B に対するリアル用インタフェースを生成し、リアル用インタフェースへの入力に基づきコントローラ 2 0 0 B に対する制御条件を設定する。

【 0 1 5 7 】

バーチャル用処理は、リアル用設定処理命令により生成されるリアル用インタフェースに比較して、設定可能な項目が異なるバーチャル用インタフェースを生成することを含んでいてもよい。

20

【 0 1 5 8 】

例えば、バーチャル用修正プログラムは、以下の項目変更命令を含み得る。

項目変更命令 1) コントローラ 1 0 0 に代わって、バーチャルコントローラ 5 0 0 が制御条件の設定対象となっている場合に、コントローラ 1 0 0 に対するリアル用インタフェースにおける設定項目の一部を無効化する。

項目変更命令 2) コントローラ 2 0 0 A に代わって、バーチャルコントローラ 6 0 0 A が制御条件の設定対象となっている場合に、コントローラ 2 0 0 A に対するリアル用インタフェースにおける設定項目の一部を無効化する。

項目変更命令 3) コントローラ 2 0 0 B に代わって、バーチャルコントローラ 6 0 0 B が制御条件の設定対象となっている場合に、コントローラ 2 0 0 B に対するリアル用インタフェースにおける設定項目の一部を無効化する。

30

【 0 1 5 9 】

条件設定処理部 3 1 3 は、他のコントローラがマシンを制御する場合には所定のリアル用処理を実行し、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には、リアル用処理と少なくとも一部が異なるバーチャル用処理を実行する。一例として、条件設定処理部 3 1 3 は、制御条件の設定対象となる他のコントローラが、マシン 2 を制御するコントローラ 1 0 0 である場合に、上記リアル用設定処理命令 1 に基づいてコントローラ 1 0 0 に対する制御条件を設定する。条件設定処理部 3 1 3 は、他のコントローラがバーチャルマシン V 2 を制御するバーチャルコントローラ 5 0 0 である場合に、上記項目変更命令 1 に基づき修正されたリアル用設定処理命令 1 に従って、コントローラ 1 0 0 に対するリアル用インタフェースにおける設定項目の一部を無効化したバーチャル用インタフェースを生成し、バーチャル用インタフェースへの入力に基づきバーチャルコントローラ 5 0 0 に対する制御条件を設定する。

40

【 0 1 6 0 】

条件設定処理部 3 1 3 は、制御条件の設定対象となる他のコントローラが、マシン 3 A を制御するコントローラ 2 0 0 A である場合に、上記リアル用設定処理命令 2 に基づいてコントローラ 2 0 0 A に対する制御条件を設定する。条件設定処理部 3 1 3 は、他のコントローラがバーチャルマシン V 3 A を制御するバーチャルコントローラ 6 0 0 A である場合に、上記項目変更命令 2 に基づき修正されたリアル用設定処理命令 2 に従って、コントローラ 2 0 0 A に対するリアル用インタフェースにおける設定項目の一部を無効化したバ

50

ーチャル用インタフェースを生成し、バーチャル用インタフェースへの入力に基づきバーチャルコントローラ 600A に対する制御条件を設定する。

【0161】

条件設定処理部 313 は、制御条件の設定対象となる他のコントローラが、マシン 3B を制御するコントローラ 200B である場合に、上記リアル用設定処理命令 3 に基づいてコントローラ 200B に対する制御条件を設定する。条件設定処理部 313 は、他のコントローラがバーチャルマシン V3B を制御するバーチャルコントローラ 600B である場合に、上記項目変更命令 3 に基づき修正されたリアル用設定処理命令 3 に従って、コントローラ 200B に対するリアル用インタフェースにおける設定項目の一部を無効化したバーチャル用インタフェースを生成し、バーチャル用インタフェースへの入力に基づきバーチャルコントローラ 600B に対する制御条件を設定する。

10

【0162】

コントローラ 300 は、ユーザインタフェースへの入力に基づいてバーチャル用処理を生成するように構成されていてもよい。例えばコントローラ 300 は、インタフェース生成部 321 と、処理生成部 322 とを更に有する。

【0163】

インタフェース生成部 321 は、リアル用インタフェースにおける設定項目のうち、バーチャル用インタフェースにおいて無効化すべき項目を、コントローラごとに入力可能なユーザインタフェースを生成する。以下、このユーザインタフェースを「項目設定インタフェース」という。処理生成部 322 は、項目設定インタフェースへの入力に基づいて、上記項目変更命令 1、上記項目変更命令 2、及び上記項目変更命令 3 を生成し、プログラム記憶部 312 に記憶させる。

20

【0164】

インタフェース生成部 321 は、コントローラ 100, 200A, 200B と、バーチャルコントローラ 500, 600A, 600B のそれぞれが生成する上記ユーザインタフェースを選択的に表示するためのユーザインタフェースを更に生成してもよい。以下、このユーザインタフェースを、「処理生成用インタフェース」といい、上述したリアル用インタフェース、バーチャル用インタフェース、及び項目設定用インタフェースと区別する。

【0165】

図 14 は、インタフェース生成部 321 が生成する処理生成用インタフェースを例示する模式図である。図 14 に示すように、処理生成用インタフェース 350 は、コントローラ選択部 351 と、マシン選択部 352 と、表示部 353 と、入力部 354 と、登録指示部 355 とを含む。

30

【0166】

コントローラ選択部 351 は、コントローラ 100, 200A, 200B と、バーチャルコントローラ 500, 600A, 600B のいずれかを選択する入力インタフェースである。

【0167】

マシン選択部 352 は、コントローラ選択部 351 で選択されたコントローラを基準として、他のコントローラにより制御されるマシンを選択する入力インタフェースである。例えば、コントローラ選択部 351 においてコントローラ 100 が選択されている場合、マシン 3A とマシン 3B とのいずれかが、他のコントローラにより制御されるマシンに該当する。コントローラ選択部 351 においてコントローラ 200A が選択されている場合、マシン 2 とマシン 3B とのいずれかが、他のコントローラにより制御されるマシンとなる。コントローラ選択部 351 においてコントローラ 200B が選択されている場合、マシン 2 とマシン 3A とのいずれかが、他のコントローラにより制御されるマシンとなる。

40

【0168】

表示部 353 は、コントローラ選択部 351 において選択されたコントローラが実行する処理において、マシン選択部 352 において選択されたマシンに対応するバーチャルマ

50

シンが制御される場合における実行不可部分 3 5 6 を表示する。入力部 3 5 4 は、実行不可部分 3 5 6 のそれぞれに対して代替処理を入力する部分である。例えば入力部 3 5 4 は、表示部 3 5 3 において選択された実行不可部分 3 5 6 に対応して代替処理を入力する入力インタフェースを含む。表示部 3 5 3 及び入力部 3 5 4 における表示内容は、コントローラ選択部 3 5 1 において選択されたコントローラのインタフェース生成部（インタフェース生成部 1 2 1 , 2 2 1 , 5 2 1 , 6 2 1 のいずれか）により生成される。

【 0 1 6 9 】

登録指示部 3 5 5 は、入力部 3 5 4 において入力された代替処理に基づいて、バーチャル用処理を生成し、登録することを要求する入力インタフェースである。登録指示部 3 5 5 によりバーチャル用処理の生成、登録が要求されると、コントローラ選択部 3 5 1 において選択されたコントローラの処理生成部（処理生成部 1 2 3 , 2 2 3 , 5 2 3 , 6 2 3 のいずれか）により、入力部 3 5 4 の入力内容に基づいてバーチャル用処理が生成され、登録される。

10

【 0 1 7 0 】

コントローラ 3 0 0 は、処理指令部 3 3 1 と、データ表示部 3 3 2 とを更に有してもよい。処理指令部 3 3 1 は、予め定められた処理の実行をコントローラ 1 0 0 又はバーチャルコントローラ 5 0 0 に指令する。データ表示部 3 3 2 は、処理の実行により、コントローラ 1 0 0 又はバーチャルコントローラ 5 0 0 に蓄積された制御データを表示させる。

【 0 1 7 1 】

以上においては、バーチャルマシンを制御するバーチャルコントローラは、マシンを制御するコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B とは別に、シミュレーション装置 4 0 0 に設けられる場合を例示したが、これに限られない。コントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B 自体が、バーチャルマシンを制御する（マシンの制御をシミュレーションする）機能を有していてもよい。

20

【 0 1 7 2 】

この場合、コントローラ 2 0 0 A , 2 0 0 B は、自コントローラの制御対象がマシンである場合には、パワー回路 2 8 0 に駆動電力を出力させる処理を含むリアル制御処理を実行し、自コントローラの制御対象がバーチャルマシンである場合には、パワー回路 2 8 0 に駆動電力を出力させる処理を含まないバーチャル制御処理を実行してもよい。

【 0 1 7 3 】

30

（ハードウェア構成）

図 1 5 は、コントローラ 1 0 0 と、コントローラ 2 0 0 A と、コントローラ 2 0 0 B と、シミュレーション装置 4 0 0 と、コントローラ 3 0 0 とのハードウェア構成を例示するブロック図である。コントローラ 1 0 0 は、制御回路 1 9 0 を有する。制御回路 1 9 0 は、一以上のプロセッサ 1 9 1 と、メモリ 1 9 2 と、ストレージ 1 9 3 と、通信ポート 1 9 4 と、制御ポート 1 9 5 と、マシンシステム 1 9 6 とを有する。ストレージ 1 9 3 は、不揮発性の記憶媒体であり、他のコントローラがマシンを制御するか、マシンに対応するバーチャルマシンを制御するかを判別することと、他のコントローラがマシンを制御する場合には所定のリアル用処理を実行し、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には、リアル用処理と少なくとも一部が異なるバーチャル用処理を実行することと、を制御回路 1 9 0 に実行させるプログラムを記憶している。例えばストレージ 1 9 3 は、上述したコントローラ 1 0 0 の機能ブロックを制御回路 1 9 0 に構成させるためのプログラムを記憶している。ストレージ 1 9 3 の具体例としては、フラッシュメモリ、又はハードディスク等が挙げられる。

40

【 0 1 7 4 】

メモリ 1 9 2 は、ストレージ 1 9 3 からロードされたプログラム等を一時的に記憶する。メモリ 1 9 2 の具体例としては、ランダムアクセスメモリが挙げられる。プロセッサ 1 9 1 は、メモリ 1 9 2 にロードされたプログラムを実行することと、プログラムの実行に伴い生成した演算結果をメモリ 1 9 2 に一時的に格納することとを繰り返すことと、上述した機能ブロックを制御回路 1 9 0 に構成させる。

50

【0175】

通信ポート194は、プロセッサ191からの指令に基づいて、通信ネットワーク900を介して他のコントローラと通信する。制御ポート195は、プロセッサ191からの指令に基づいて、マシン2を制御する。

【0176】

上述したように、コントローラ200Aとコントローラ200Bとのそれぞれは、パワー回路280と、制御回路290とを有する。制御回路290は、一以上のプロセッサ291と、メモリ292と、ストレージ293と、通信ポート294とを有する。ストレージ293は、不揮発性の記憶媒体であり、他のコントローラがマシンを制御するか、マシンに対応するバーチャルマシンを制御するかを判別することと、他のコントローラがマシンを制御する場合には所定のリアル用処理を実行し、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には、リアル用処理と少なくとも一部が異なるバーチャル用処理を実行することと、を制御回路290に実行させるプログラムを記憶している。例えばストレージ293は、上述したコントローラ200A又はコントローラ200Bの機能ブロックを制御回路290に構成させるためのプログラムを記憶している。ストレージ293の具体例としては、フラッシュメモリ、又はハードディスク等が挙げられる。

10

【0177】

メモリ292は、ストレージ293からロードされたプログラム等を一時的に記憶する。メモリ292の具体例としては、ランダムアクセスメモリが挙げられる。プロセッサ291は、メモリ292にロードされたプログラムを実行することと、プログラムの実行に伴い生成した演算結果をメモリ292に一時的に格納することとを繰り返すことで、上述した機能ブロックを制御回路290に構成させる。

20

【0178】

通信ポート294は、プロセッサ291からの指令に基づいて、通信ネットワーク900を介して他のコントローラと通信する。パワー回路280は、プロセッサ291からの指令に基づいて、マシン3A又はマシン3Bの駆動電力を生成する。

【0179】

シミュレーション装置400は、シミュレーション回路490を有する。シミュレーション回路490は、一以上のプロセッサ491と、メモリ492と、ストレージ493と、通信ポート494とを有する。ストレージ493は、不揮発性の記憶媒体であり、他のコントローラがマシンを制御するか、マシンに対応するバーチャルマシンを制御するかを判別することと、他のコントローラがマシンを制御する場合には所定のリアル用処理を実行し、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には、リアル用処理と少なくとも一部が異なるバーチャル用処理を実行することと、をシミュレーション回路490に実行させるプログラムを記憶している。例えばストレージ493は、上述したシミュレーション装置400の機能ブロックをシミュレーション回路490に構成させるためのプログラムを記憶している。ストレージ493の具体例としては、フラッシュメモリ、又はハードディスク等が挙げられる。

30

【0180】

メモリ492は、ストレージ493からロードされたプログラム等を一時的に記憶する。メモリ492の具体例としては、ランダムアクセスメモリが挙げられる。プロセッサ491は、メモリ492にロードされたプログラムを実行することと、プログラムの実行に伴い生成した演算結果をメモリ492に一時的に格納することとを繰り返すことで、上述した機能ブロックをシミュレーション回路490に構成させる。通信ポート494は、プロセッサ291からの指令に基づいて、通信ネットワーク900を介して他のコントローラと通信する。

40

【0181】

コントローラ300は、設定回路390を有する。設定回路390は、一以上のプロセッサ391と、メモリ392と、ストレージ393と、通信ポート394とを有する。ストレージ393は、不揮発性の記憶媒体であり、他のコントローラがマシンを制御するか

50

、マシンに対応するバーチャルマシンを制御するかを判別することと、他のコントローラがマシンを制御する場合には所定のリアル用処理を実行し、他のコントローラがバーチャルマシンを制御する場合には、リアル用処理と少なくとも一部が異なるバーチャル用処理を実行することと、を設定回路 390 に実行させるプログラムを記憶している。例えばストレージ 393 は、上述したコントローラ 300 の機能ブロックを設定回路 390 に構成させるためのプログラムを記憶している。ストレージ 393 の具体例としては、フラッシュメモリ、又はハードディスク等が挙げられる。

【0182】

メモリ 392 は、ストレージ 393 からロードされたプログラム等を一時的に記憶する。メモリ 392 の具体例としては、ランダムアクセスメモリが挙げられる。プロセッサ 391 は、メモリ 392 にロードされたプログラムを実行することと、プログラムの実行に伴い生成した演算結果をメモリ 392 に一時的に格納することとを繰り返すことと、上述した機能ブロックを設定回路 390 に構成させる。

10

【0183】

通信ポート 394 は、プロセッサ 391 からの指令に基づいて、通信ネットワーク 900 を介して他のコントローラと通信する。表示デバイス 395 は、プロセッサ 391 からの指令に基づいて、上述した各種ユーザインタフェースを表示させる。表示デバイス 395 の具体例としては、液晶モニタ等が挙げられる。入力デバイス 396 は、各種ユーザインタフェースへの入力を取得する。入力デバイス 396 の具体例としては、キーボード又はマウス等が挙げられる。入力デバイス 396 は、所謂タッチパネルとして、表示デバイス 395 に一体化されていてもよい。

20

【0184】

〔システム構築手順〕

続いて、システム構築方法の一例として、マシンシステム 1 が実行するシステム構築手順を例示する。ここでのシステム構築手順は、複数のコントローラの制御対象を、バーチャルマシンからマシンに段階的に変更することと、複数のコントローラのそれぞれがマシンを制御するシステムを構築する手順を意味する。

【0185】

この手順は、他のコントローラから受信した情報に基づいて、他のコントローラがマシンに対応するバーチャルマシンを制御することを判別することと、バーチャル用処理を実行し、実行結果を表示することと、他のコントローラから受信した情報に基づいて、他のコントローラによる制御対象がバーチャルマシンからマシンに変更されたことを判別することと、他のコントローラによる制御対象がバーチャルマシンから前記マシンに変わるのに応じて、バーチャル用処理を、バーチャル用処理と少なくとも一部が異なるリアル用処理に変更することと、リアル用処理を実行し、実行結果を表示することと、を含む。

30

【0186】

システム構築手順は、例えばコントローラ 300 により統合的に実行される。図 16 に示すように、コントローラ 300 は、まず、ステップ S01, S02 を実行する。ステップ S01 では、コントローラ 300 が通信可能な他のコントローラのそれぞれに対して、バーチャル用処理を生成する。ステップ S01 の具体的内容は後述する。

40

【0187】

ステップ S02 では、コントローラ 300 が通信可能な他のコントローラのそれぞれに対して、制御条件を設定する。ステップ S02 の具体的内容は後述する。

【0188】

次に、コントローラ 300 はステップ S03, S04, S05, S06 を実行する。ステップ S03 では、現在のシステム構成における処理の試行要求が入力デバイス 396 等により入力されるのを処理指令部 331 が待機する。ステップ S04 では、処理指令部 331 が、処理の実行をコントローラ 100 又はバーチャルコントローラ 500 に指令する。

【0189】

50

その後、コントローラ 100 又はバーチャルコントローラ 500 と、コントローラ 200 A 又はバーチャルコントローラ 500 A と、コントローラ 200 B 又はバーチャルコントローラ 500 B とのそれぞれにおいて、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかが判別され、他のコントローラがバーチャルマシンを制御すると判別された場合には、これに対応するバーチャル用処理が実行される。ステップ S05 では、データ表示部 332 が、コントローラ 100 又はバーチャルコントローラ 500 における処理の実行完了を待機する。ステップ S06 では、データ表示部 332 が処理の実行により、コントローラ 100 又はバーチャルコントローラ 500 に蓄積された制御データ（処理の実行結果）を表示させる。

【0190】

次に、コントローラ 300 はステップ S07 を実行する。ステップ S07 では、処理の試行要求が入力デバイス 396 等により再度入力されているか否かを処理指令部 331 が確認する。ステップ S07 において、試行要求が再度入力されていると判定した場合、コントローラ 300 はステップ S08 を実行する。ステップ S08 では、他のコントローラのいずれかによる制御対象が、バーチャルマシンからマシンに変更されたか否かを処理指令部 331 が確認する。ステップ S08 において、他のコントローラのいずれかによる制御対象が、バーチャルマシンからマシンに変更されたと判定した場合、コントローラ 300 は、ステップ S02 と同様のステップ S09 を実行する。

【0191】

その後、コントローラ 300 は処理をステップ S04 に戻す。ステップ S07 において、バーチャルマシンからマシンへの制御対象の変更はないと判定した場合、コントローラ 300 は、ステップ S09 を実行することなく処理をステップ S04 に戻す。以上により、処理の試行と、制御データ（処理の実行結果）の表示とが繰り返し実行される。この繰り返しプロセスの途中で、他のコントローラがバーチャルマシンからマシンに変わると、当該マシンに係るバーチャル用処理がリアル用処理に置き換えられ、リアル用処理の制御データが表示されることとなる。

【0192】

この手順の繰り返しにより、複数のコントローラのそれぞれがマシンを制御するシステムが構築され、適切な制御データが表示されると、システム構築手順が完了する。

【0193】

ステップ S07 において、試行要求が再度入力されていないと判定した場合、コントローラ 300 は、図 17 に示すようにステップ S11 を実行する。ステップ S11 では、バーチャル用処理の変更要求が入力デバイス 396 等により入力されているか否かを処理指令部 331 が確認する。ステップ S11 において、バーチャル用処理の変更要求が入力されていると判定した場合、コントローラ 300 はステップ S01 と同様のステップ S12 を実行する。

【0194】

ステップ S11 において、バーチャル用処理の変更要求は入力されていないと判定した場合、コントローラ 300 はステップ S13 を実行する。ステップ S13 では、制御条件の変更要求が入力デバイス 396 等により入力されているか否かを処理指令部 331 が確認する。ステップ S13 において、制御条件の変更要求が入力されていると判定した場合、コントローラ 300 はステップ S02 と同様のステップ S14 を実行する。

【0195】

ステップ S12 , S14 の後、コントローラ 300 は、処理をステップ S07 に戻す。ステップ S13 において、制御条件の変更要求は入力されていないと判定した場合、コントローラ 300 はステップ S12 , S14 を実行することなく処理をステップ S07 に戻す。その後、試行要求が再度入力されるまでは、要求に応じてバーチャル用処理及び制御条件の再設定が行われる。

【0196】

図 18 は、ステップ S01 におけるバーチャル用処理の生成手順を例示するフローチャ

10

20

30

40

50

ートである。まず、コントローラ 300 は、ステップ S 2 1 , S 2 2 , S 2 3 を実行する。ステップ S 2 1 では、インタフェース生成部 3 2 1 が、上述した処理生成用インタフェース 3 5 0 を生成し、表示デバイス 3 9 5 等に表示させる。ステップ S 2 2 では、インタフェース生成部 3 2 1 が、コントローラ選択部 3 5 1 においてコントローラが選択されるのを待機する。以下、コントローラ選択部 3 5 1 において選択されたコントローラを「選択済みコントローラ」という。ステップ S 2 3 では、インタフェース生成部 3 2 1 が、マシン選択部 3 5 2 においてマシンが選択されるのを待機する。以下、マシン選択部 3 5 2 における選択対象となるマシンを「他のマシン」といい、マシン選択部 3 5 2 において選択された他のマシンを「選択済みマシン」という。

【 0 1 9 7 】

10

次に、コントローラ 300 は、ステップ S 2 4 を実行する。ステップ S 2 4 では、選択済みコントローラの代替対象特定部（代替対象特定部 1 2 2 , 代替対象特定部 2 2 2 , 代替対象特定部 5 2 2 , 代替対象特定部 6 2 2 のいずれか）が、上記リアル情報と、上記バーチャル情報との差異に基づいて、選択済みマシンに対応する一以上の実行不可部分を特定する。選択済みコントローラのインタフェース生成部（インタフェース生成部 1 2 1 , 2 2 1 , 5 2 1 , 6 2 1 のいずれか）は、代替対象特定部により特定された一以上の実行不可部分 3 5 6 を、表示部 3 5 3 に表示させる。

【 0 1 9 8 】

次に、コントローラ 300 はステップ S 2 5 , S 2 6 を実行する。ステップ S 2 5 では、選択済みコントローラのインタフェース生成部が、表示部 3 5 3 において実行不可部分 3 5 6 が選択されるのを待機する。ステップ S 2 6 では、選択済みコントローラのインタフェース生成部が、選択された実行不可部分 3 5 6 に対して代替処理を入力する入力部 3 5 4 を表示させる。

20

【 0 1 9 9 】

次に、コントローラ 300 はステップ S 2 7 , S 2 8 を実行する。ステップ S 2 7 では、選択済みコントローラの処理生成部（処理生成部 1 2 3 , 2 2 3 , 5 2 3 , 6 2 3 のいずれか）が、登録指示部 3 5 5 による登録要求の入力を待機する。ステップ S 2 8 では、選択済みコントローラの処理生成部が、登録指示部 3 5 5 への入力に基づいて、バーチャル用処理を生成する。

【 0 2 0 0 】

30

次に、コントローラ 300 は、ステップ S 3 1 を実行する。ステップ S 3 1 では、全ての他のマシンに対して、バーチャル用処理の生成が完了したか否かをインタフェース生成部 3 2 1 が確認する。

【 0 2 0 1 】

ステップ S 3 1 において、バーチャル用処理の生成が未完了のマシンが残っていると判定した場合、コントローラ 300 は処理をステップ S 2 3 に戻す。以後、全ての他のマシンに対してバーチャル用処理の生成が完了するまで、ステップ S 2 3 ~ S 3 1 が繰り返される。

【 0 2 0 2 】

ステップ S 3 1 において、全ての他のマシンに対して、バーチャル用処理の生成が完了したと判定した場合、コントローラ 300 はステップ S 3 2 を実行する。ステップ S 3 2 では、コントローラ選択部 3 5 1 における選択対象となる全てのコントローラに対して、バーチャル用処理の生成が完了したか否かを確認する。ステップ S 3 2 において、バーチャル用処理の生成が未完了のマシンが残っていると判定した場合、コントローラ 300 は処理をステップ S 2 2 に戻す。以後、全てのコントローラに対してバーチャル用処理の生成が完了するまで、ステップ S 2 2 ~ S 3 1 が繰り返される。ステップ S 3 2 において、全てのコントローラに対して、バーチャル用処理の生成が完了したと判定した場合、コントローラ 300 は、バーチャル用処理の生成手順を完了する。

40

【 0 2 0 3 】

図 1 9 は、ステップ S 0 2 における制御条件の設定手順を例示するフローチャートであ

50

る。まず、コントローラ 300 は、ステップ S 4 1 , S 4 2 を実行する。ステップ S 4 1 では、条件設定処理部 313 が、制御条件の設定対象となる他のコントローラが入力デバイス 396 等により選択されるのを待機する。以下、選択された他のコントローラを「選択済みコントローラ」という。ステップ S 4 2 では、選択済みコントローラの制御対象が、マシンであるかバーチャルマシンであるかを条件設定処理部 313 が判別する。

【0204】

ステップ S 4 2 において、選択済みコントローラの制御対象がマシンであると判定した場合、コントローラ 300 はステップ S 4 3 を実行する。ステップ S 4 2 において、選択済みコントローラの制御対象がバーチャルマシンであると判定した場合、コントローラ 300 はステップ S 4 4 を実行する。ステップ S 4 3 では、条件設定処理部 313 が、上記リアル用インタフェースを生成し、表示デバイス 395 等に表示させる。ステップ S 4 4 では、条件設定処理部 313 が、上記バーチャル用インタフェースを生成し、表示デバイス 395 等に表示させる。

10

【0205】

ステップ S 4 3 , S 4 4 の次に、コントローラ 300 はステップ S 4 5 , S 4 6 を実行する。ステップ S 4 5 では、制御条件の登録要求が入力デバイス 396 等により入力されるのを条件設定処理部 313 が待機する。ステップ S 4 6 では、リアル用インタフェース又はバーチャル用インタフェースへの入力に基づいて、選択済みコントローラに対する制御条件を設定する。

【0206】

図 20 は、ステップ S 0 4 における処理の実行要求に対応して、コントローラ 100 又はバーチャルコントローラ 500 と、コントローラ 200 A 又はバーチャルコントローラ 500 A と、コントローラ 200 B 又はバーチャルコントローラ 500 B とのそれぞれにおいて実行される処理手順を例示するフローチャートである。以下、コントローラ 100 又はバーチャルコントローラ 500 と、コントローラ 200 A 又はバーチャルコントローラ 500 A と、コントローラ 200 B 又はバーチャルコントローラ 500 B とのそれぞれを総称して、「制御用コントローラ」という。

20

【0207】

図 20 に示すように、制御用コントローラは、まず、ステップ S 5 1 を実行する。ステップ S 5 1 では、自コントローラが管轄マシンを制御するか、管轄バーチャルマシンを制御するかを確認する。ステップ S 5 1 において、自コントローラが管轄マシンを制御すると判定した場合、制御用コントローラはステップ S 5 2 を実行する。ステップ S 5 1 において、自コントローラが管轄バーチャルマシンを制御すると判定した場合、制御用コントローラはステップ S 5 3 を実行する。ステップ S 5 2 では、リアル用処理と等しい実行対象処理を処理部が生成する。ステップ S 5 3 では、管轄部分がリアル用処理と異なる実行対象処理を処理部が生成する。

30

【0208】

ステップ S 5 2 , S 5 3 の次に、制御用コントローラは、ステップ S 6 1 を実行する。ステップ S 6 1 では、判別部が他のコントローラから制御情報を含む情報を受信する。

【0209】

次に、制御用コントローラはステップ S 6 2 を実行する。ステップ S 6 2 では、判別部が、他のコントローラから受信した情報に基づいて、他のコントローラがマシンを制御するか、バーチャルマシンを制御するかを確認する。

40

【0210】

ステップ S 6 2 において、他のコントローラがマシンを制御すると判定した場合、制御用コントローラはステップ S 6 3 を実行する。ステップ S 6 2 において、他のコントローラがバーチャルマシンを制御すると判定した場合、制御用コントローラはステップ S 6 4 を実行する。ステップ S 6 3 では、処理部が、実行対象処理のうちマシンの動作に関連する外部依存部分をリアル用処理に一致させる。ステップ S 6 4 では、処理部が、バーチャル用修正プログラムに基づいて、実行対象処理の外部依存部分をリアル用処理の外部依存

50

部分に対して修正する。

【0211】

次に、制御用コントローラは、ステップS65を実行する。ステップS65では、処理部が実行対象処理を実行する。次に、制御用コントローラはステップS66を実行する。ステップS66では、予め定められた全ての処理が完了したか否かを処理部が確認する。ステップS66において、未完了の処理が残っていると判定した場合、制御用コントローラはステップS67を実行する。ステップS67では、処理部が、実行対象を次の処理に移行させる。その後、制御用コントローラは処理をステップS61に戻す。以後、全ての処理が完了するまでは、他のコントローラがマシンを制御するかバーチャルマシンを制御するかに基づく実行対象処理の生成と、実行とが繰り返される。ステップS66において、全ての処理が完了したと判定した場合、制御用コントローラは処理手順を完了する。

10

【0212】

〔実施形態の効果〕

以上に説明したように、コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bは、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bと通信可能なコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bであって、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bがマシン2, 3A, 3Bを制御するか、マシン2, 3A, 3Bに対応するバーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御するかを判別する判別部111, 211, 311, 511, 611と、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bがマシン2, 3A, 3Bを制御する場合には所定のリアル用処理を実行し、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600BがバーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御する場合には、リアル用処理と少なくとも一部が異なるバーチャル用処理を実行する処理部113, 213, 313, 513, 613と、を備える。

20

【0213】

他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bにおいて、マシン2, 3A, 3Bの動作をバーチャルマシンV2, V3A, V3Bの動作によりシミュレーションすることができたとしても、バーチャルマシンV2, V3A, V3Bの動作ではリアル空間に変化が生じないので、リアル空間の状態に基づく処理をコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bにおいて実行できず、システム全体の処理をシミュレーションできない場合がある。これに対し、本コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bは、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bがマシン2, 3A, 3Bを制御するか、バーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御するかが判別され、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600BがバーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御する場合には、リアル用処理と少なくとも一部が異なるバーチャル用処理が実行される。このように、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bの制御対象がマシン2, 3A, 3Bであるか、バーチャルマシンV2, V3A, V3Bであるかに応じて、コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bの処理内容を変更する構成によれば、システム全体の処理を容易にシミュレーションすることができる。

30

40

【0214】

判別部111, 211, 311, 511, 611は、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bから受信する情報に基づいて、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bがマシン2, 3A, 3Bを制御するかバーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御するかを判別してもよい。他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bからの情報に基づくことで、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bがマシン2, 3A, 3Bを制御するかバーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御するかを容易且つ適切に判別することができる。

50

【 0 2 1 5 】

他のコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B , 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B から受信する情報は、他のコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B , 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B における制御情報と、他のコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B , 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B がマシン 2 , 3 A , 3 B を制御するかバーチャルマシン V 2 , V 3 A , V 3 B をするかを示すフラグとを含み、判別部 1 1 1 , 2 1 1 , 3 1 1 , 5 1 1 , 6 1 1 は、フラグに基づいて、他のコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B , 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B がマシン 2 , 3 A , 3 B を制御するかバーチャルマシン V 2 , V 3 A , V 3 B を制御するかを判別し、処理部 1 1 3 , 2 1 3 , 3 1 3 , 5 1 3 , 6 1 3 は、制御情報に基づいてリアル用処理又はバーチャル用処理を実行してもよい。他のコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B , 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B がマシン 2 , 3 A , 3 B を制御するかバーチャルマシン V 2 , V 3 A , V 3 B を制御するかを更に容易に判別することができる。

10

【 0 2 1 6 】

他のコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B , 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B から受信する情報は、他のコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B , 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B における制御情報を含み、判別部 1 1 1 , 2 1 1 , 3 1 1 , 5 1 1 , 6 1 1 は、制御情報に基づいて、他のコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B , 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B がマシン 2 , 3 A , 3 B を制御するかバーチャルマシン V 2 , V 3 A , V 3 B を制御するかを判別し、処理部 1 1 3 , 2 1 3 , 3 1 3 , 5 1 3 , 6 1 3 は、制御情報に基づいてリアル用処理又はバーチャル用処理を実行してもよい。上記フラグの付加が不要となるので、他のコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B , 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B における処理を簡素化することができる。

20

【 0 2 1 7 】

判別部 1 1 1 , 2 1 1 , 3 1 1 , 5 1 1 , 6 1 1 は、他のコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B , 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B から情報を受信するための通信状況に基づいて、他のコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B , 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B がマシン 2 , 3 A , 3 B を制御するかバーチャルマシン V 2 , V 3 A , V 3 B を制御するかを判別してもよい。制御情報に差が表れないような場合であっても、他のコントローラ 1 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B , 5 0 0 , 6 0 0 A , 6 0 0 B がマシン 2 , 3 A , 3 B を制御するかバーチャルマシン V 2 , V 3 A , V 3 B を制御するかを適切に判別することができる。

30

【 0 2 1 8 】

処理部 1 1 3 , 2 1 3 , 3 1 3 , 5 1 3 , 6 1 3 は、マシン 2 , 3 A , 3 B の動作に基づき得られるリアル情報と、バーチャルマシン V 2 , V 3 A , V 3 B の動作に基づき得られるバーチャル情報との差異を補う補充処理を含むバーチャル用処理を実行してもよい。システムの動作をより適切にシミュレーションすることができる。

【 0 2 1 9 】

処理部 1 1 3 , 2 1 3 , 3 1 3 , 5 1 3 , 6 1 3 は、リアル情報とバーチャル情報との差異に対して予め定められたデータを補う処理を含む補充処理を実行してもよい。システムの動作をより適切にシミュレーションすることができる。

40

【 0 2 2 0 】

処理部 1 1 3 , 2 1 3 , 3 1 3 , 5 1 3 , 6 1 3 は、リアル用処理の少なくとも一部をスキップさせるスキップ処理を含むバーチャル用処理を実行してもよい。例えば、バーチャルマシン V 2 , V 3 A , V 3 B の動作では生じないリアル空間の変化を待機する処理をスキップすることで、シミュレーションを容易に遂行することができる。

【 0 2 2 1 】

リアル情報とバーチャル情報との差異に基づいて、補充処理を生成する処理生成部 1 2 3 , 2 2 3 , 3 2 3 , 5 2 3 , 6 2 3 を更に備えてもよい。システムの動作をより適切にシミュレーションすることができる。

【 0 2 2 2 】

50

リアル用処理のうち、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600BがバーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御する場合には実行できない一以上の実行不可部分を示す表示部と、一以上の実行不可部分のそれぞれに対して代替処理を入力する入力部と、を含むユーザインタフェースを生成するインタフェース生成部121, 221, 321, 521, 621と、入力部への入力に基づきバーチャル用処理を生成する処理生成部123, 223, 323, 523, 623を更に備えてもよい。バーチャル用処理の生成をサポートするユーザインタフェースの提供により、コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bの使い勝手を向上させることができる。

【0223】

バーチャル用処理は、マシン2, 3A, 3Bの動作に基づき得られるリアル情報と、バーチャルマシンV2, V3A, V3Bの動作に基づき得られるバーチャル情報との差異に基づいて一以上の実行不可部分を特定する代替対象特定部122, 222, 522, 622を更に備え、インタフェース生成部121, 221, 321, 521, 621は、代替対象特定部122, 222, 522, 622により特定された一以上の実行不可部分を表示部に表示させてもよい。コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bの使い勝手を更に向上させることができる。

【0224】

他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bであり、マシン2, 3A, 3Bとして第一マシン2, 3A, 3Bを制御する第一コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bと、第二マシン2, 3A, 3Bを制御する第二コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bと通信可能であり、判別部111, 211, 311, 511, 611は、第一コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bが第一マシン2, 3A, 3Bを制御するか、バーチャルマシンV2, V3A, V3Bである第一バーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御するかと、第二コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bが、第二マシン2, 3A, 3Bを制御するか、第二マシン2, 3A, 3Bに対応する第二バーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御するかを判別し、処理部113, 213, 313, 513, 613は、第一コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bが第一バーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御し、第二コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bが第二マシン2, 3A, 3Bを制御する場合には、第一マシン2, 3A, 3Bの動作に関連する第一部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行し、第一コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bが第一マシン2, 3A, 3Bを制御し、第二コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bが第二バーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御する場合には、第二マシン2, 3A, 3Bの動作に関連する第二部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行してもよい。いずれのコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bがバーチャルであるかに合わせて適切に調整されたバーチャル用処理を処理部113, 213, 313, 513, 613が実行することにより、システムの動作をより適切にシミュレーションすることができる。

【0225】

コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bは、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bを含む複数のローカルコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bと通信可能であり、複数のローカルコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bをそれぞれ介して、マシン2, 3A, 3Bを含む複数のローカルマシン2, 3A, 3Bを制御するホストコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bであってもよい。

【0226】

10

20

30

40

50

コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bは、管轄マシン2, 3A, 3B、又は管轄マシン2, 3A, 3Bに対応する管轄バーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御するコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bであり、制御対象が、管轄マシン2, 3A, 3Bであるか、管轄バーチャルマシンV2, V3A, V3Bであるかを判別する制御対象判別部131, 231, 531, 631を更に備え、処理部113, 213, 313, 513, 613は、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600BがバーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御し、コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bが管轄マシン2, 3A, 3Bを制御する場合には、マシン2, 3A, 3Bの動作に関連する外部依存部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行し、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bがマシン2, 3A, 3Bを制御し、コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bが管轄バーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御する場合には、管轄マシン2, 3A, 3Bの動作に関連する管轄部分がリアル用処理と異なるバーチャル用処理を実行してもよい。コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600B自体が、管轄マシン2, 3A, 3Bを制御するか、管轄バーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御するかによっても、コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bの処理内容を変更する構成により、システム全体の処理を更に容易にシミュレーションすることができる。

10

【0227】

20

制御対象判別部131, 231, 531, 631による判別結果を付加した情報を他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bに送信する送信部132, 232, 532, 632を更に備えてもよい。コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bが管轄マシン2, 3A, 3Bを制御するか管轄バーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御するかを、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bにおいて容易に判別させることができる。これにより、制御対象が管轄マシン2, 3A, 3Bであるか管轄バーチャルマシンV2, V3A, V3Bであるかに応じた他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bにおける処理内容の変更を容易にし、システム全体の処理を更に容易にシミュレーションすることができる。

30

【0228】

本開示の他の側面に係るコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bは、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bと通信可能であり、制御対象を制御するコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bであって、制御対象が、マシン2, 3A, 3Bであるか、バーチャルマシンV2, V3A, V3Bであるかを判別する制御対象判別部131, 231, 531, 631と、制御対象判別部131, 231, 531, 631による判別結果を付加した情報を他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bに送信する送信部132, 232, 532, 632と、を備える。

【0229】

40

このコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bによれば、コントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bが管轄マシン2, 3A, 3Bを制御するか管轄バーチャルマシンV2, V3A, V3Bを制御するかを、他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bにおいて容易に判別させることができる。これにより、制御対象が管轄マシン2, 3A, 3Bであるか管轄バーチャルマシンV2, V3A, V3Bであるかに応じた他のコントローラ100, 200A, 200B, 500, 600A, 600Bにおける処理内容の変更を容易にし、管轄マシン2, 3A, 3Bが関与するシステム全体の処理を更に容易にシミュレーションすることができる。

【0230】

50

制御対象がマシン 2, 3 A, 3 B である場合にはリアル制御処理を実行し、制御対象がバーチャルマシン V 2, V 3 A, V 3 B である場合には、リアル制御処理と少なくとも一部が異なるバーチャル制御処理を実行する処理部 1 1 3, 2 1 3, 3 1 3, 5 1 3, 6 1 3 を更に備えてもよい。これにより、制御対象が管轄マシン 2, 3 A, 3 B であるか管轄バーチャルマシン V 2, V 3 A, V 3 B であるかの判別結果を、リアル制御処理とバーチャル制御処理との切替にも有効活用することができる。

【0 2 3 1】

マシン 2, 3 A, 3 B に駆動電力を出力するパワー回路を更に備え、制御部は、制御対象がマシン 2, 3 A, 3 B である場合には、パワー回路に駆動電力を出力させる処理を含むリアル制御処理を実行し、制御対象がバーチャルマシン V 2, V 3 A, V 3 B である場合には、パワー回路に駆動電力を出力させる処理を含まないバーチャル制御処理を実行してもよい。

【0 2 3 2】

以上、実施形態について説明したが、本発明は必ずしも上述した実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。

【符号の説明】

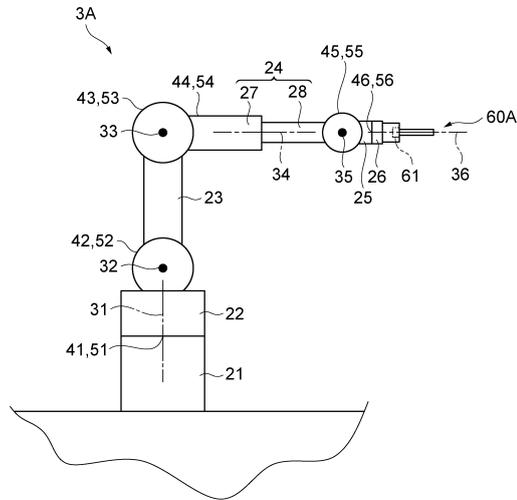
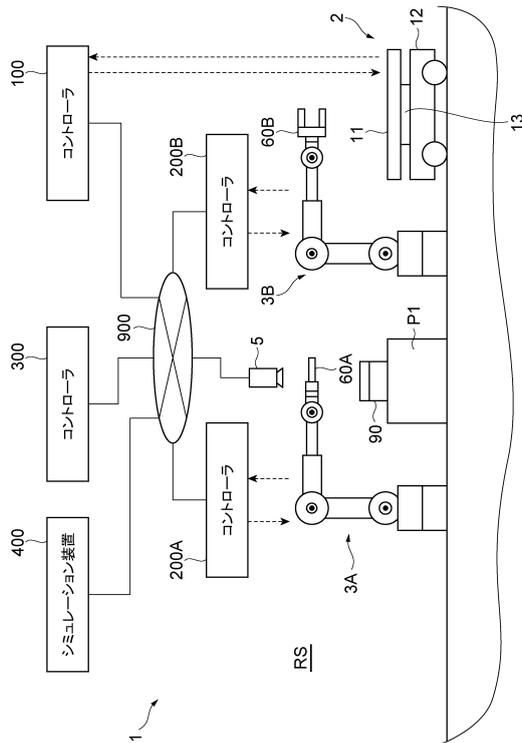
【0 2 3 3】

1 ... マシンシステム、1 0 0, 2 0 0 A, 2 0 0 B ... コントローラ、2, 3 A, 3 B ... マシン、V 2, V 3 A, V 3 B ... バーチャルマシン、1 0 0, 2 0 0 A, 2 0 0 B, 5 0 0, 6 0 0 A, 6 0 0 B ... コントローラ、1 1 1, 2 1 1, 3 1 1, 5 1 1, 6 1 1 ... 判別部、1 1 3, 2 1 3, 3 1 3, 5 1 3, 6 1 3 ... 処理部、1 2 1, 2 2 1, 3 2 1, 5 2 1, 6 2 1 ... インタフェース生成部、1 2 2, 2 2 2, 5 2 2, 6 2 2 ... 代替対象特定部、1 2 3, 2 2 3, 3 2 3, 5 2 3, 6 2 3 ... 処理生成部、1 3 1, 2 3 1, 5 3 1, 6 3 1 ... 制御対象判別部、1 3 2, 2 3 2, 5 3 2, 6 3 2 ... 送信部。

【図面】

【図 1】

【図 2】



10

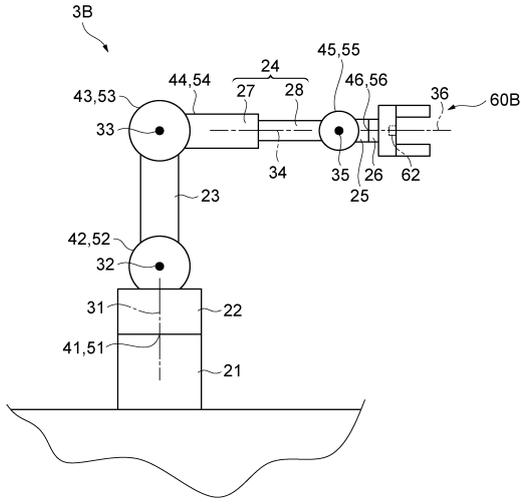
20

30

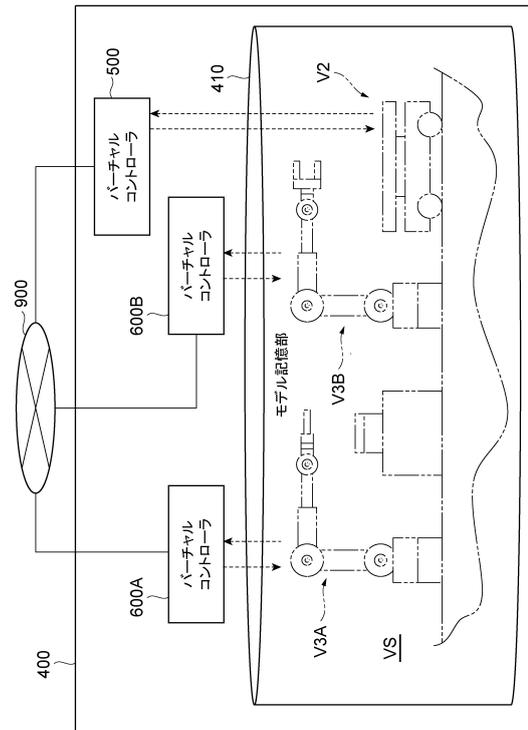
40

50

【 図 3 】



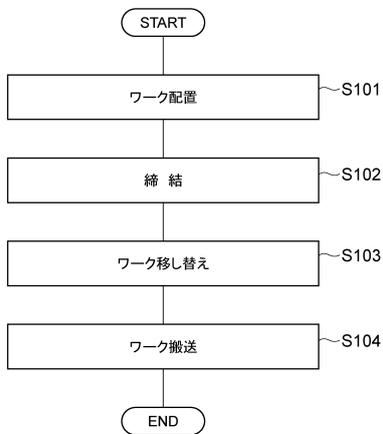
【 図 4 】



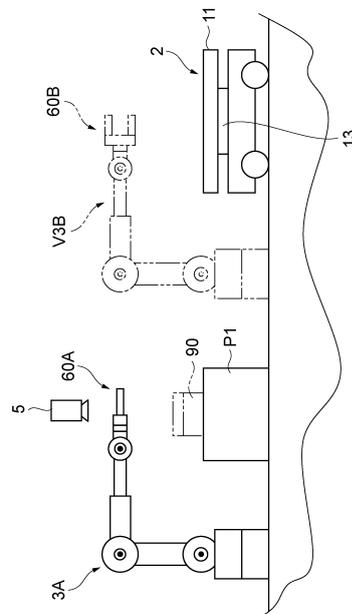
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

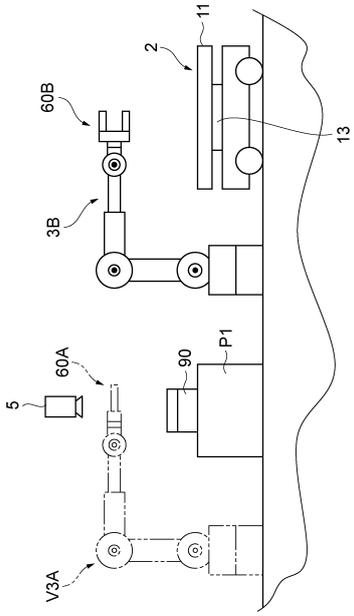


30

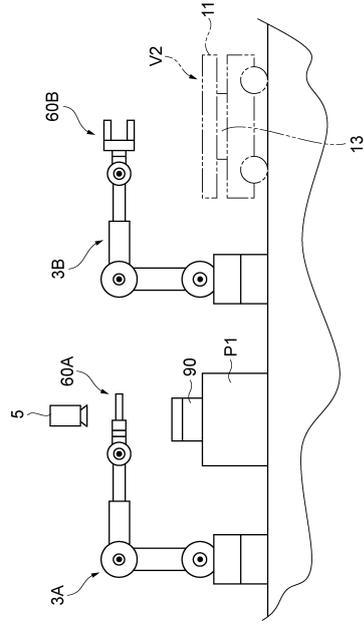
40

50

【 図 7 】



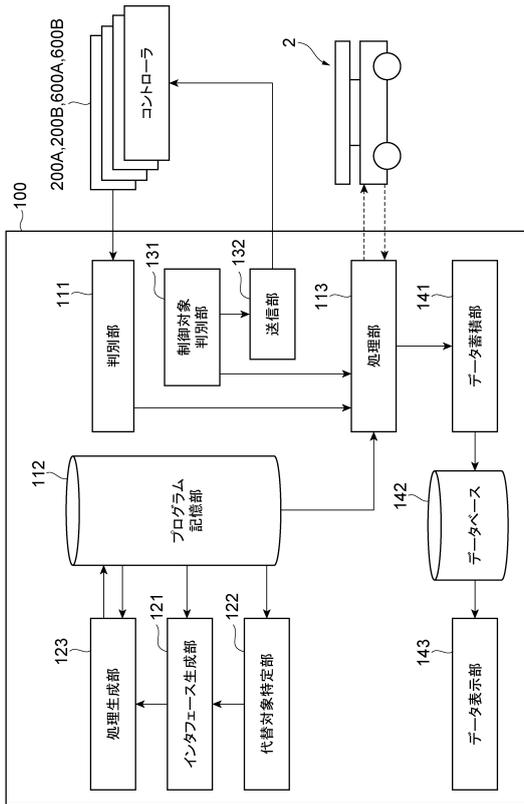
【 図 8 】



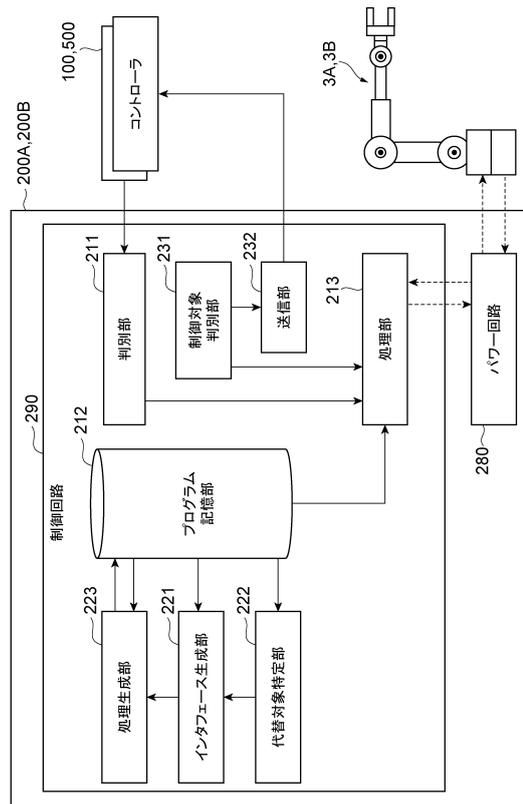
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

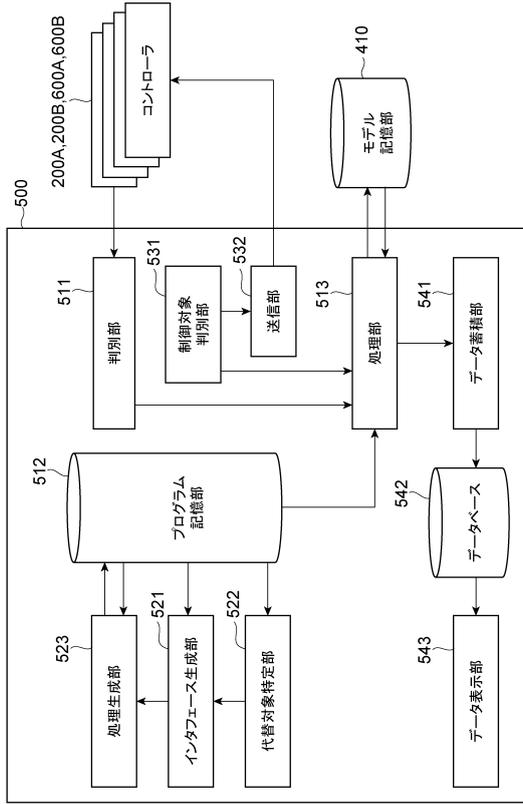


30

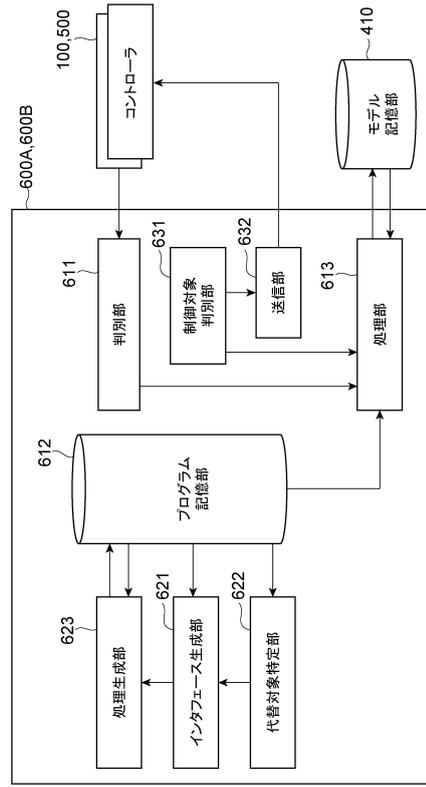
40

50

【 図 1 1 】



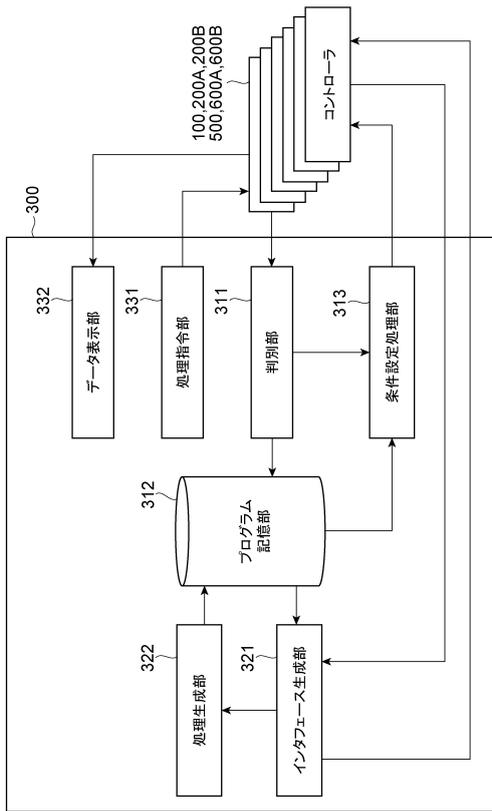
【 図 1 2 】



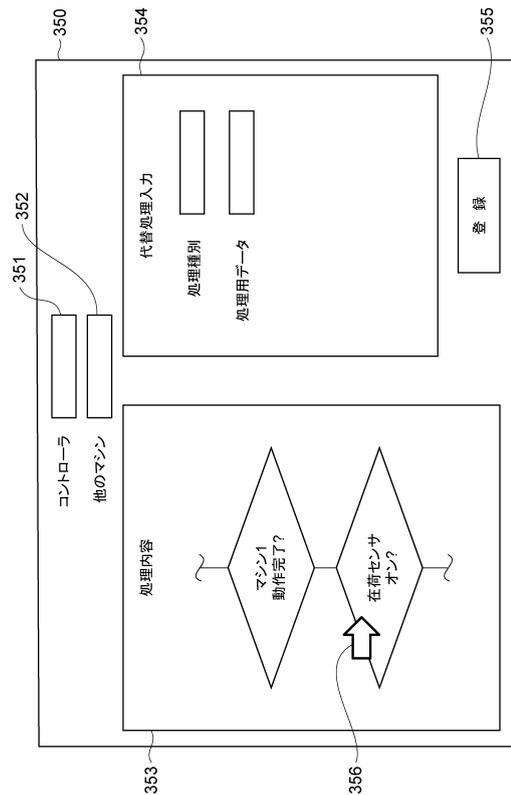
10

20

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

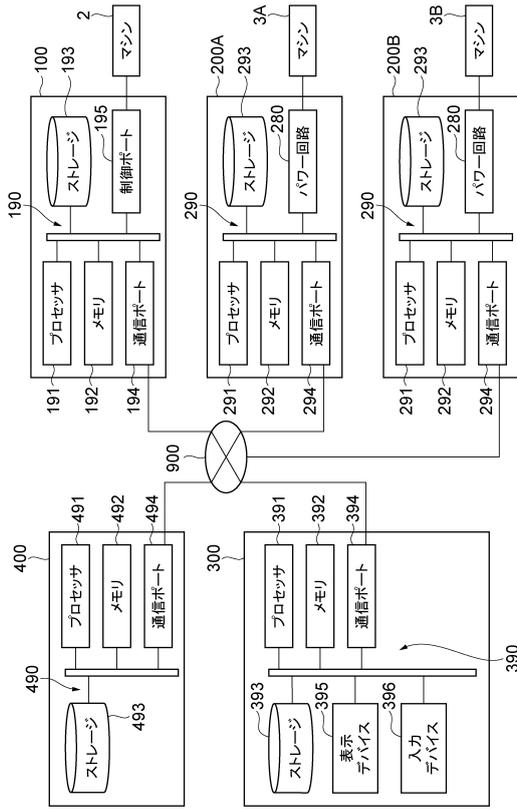


30

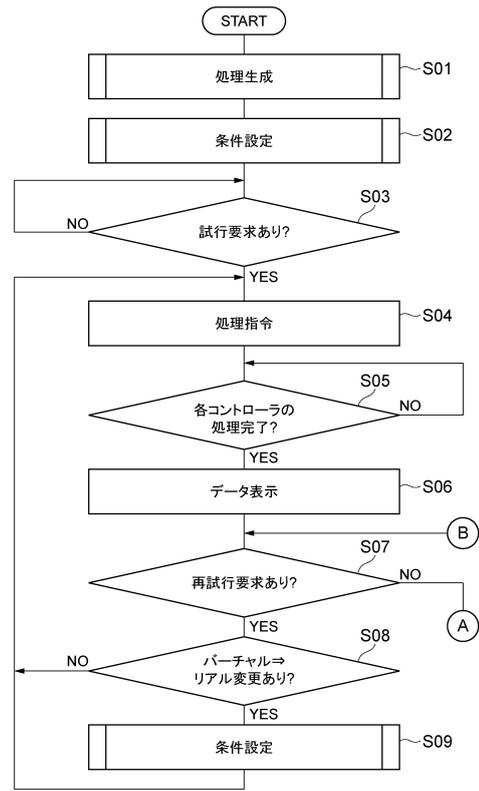
40

50

【 図 1 5 】



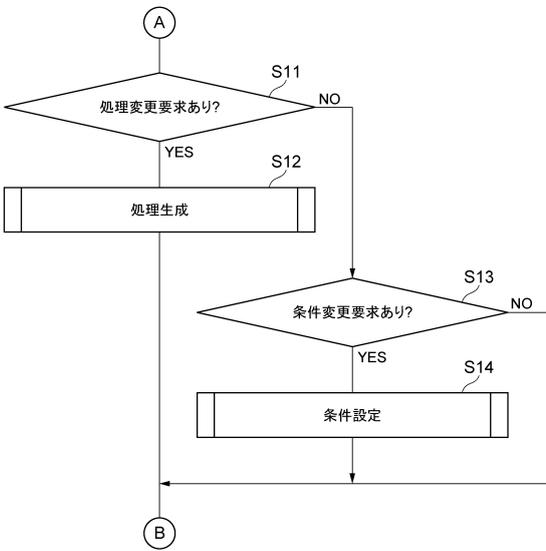
【 図 1 6 】



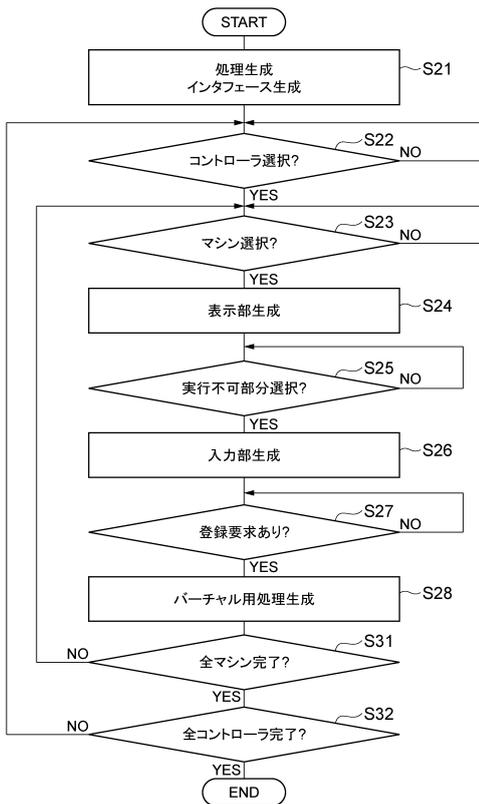
10

20

【 図 1 7 】



【 図 1 8 】

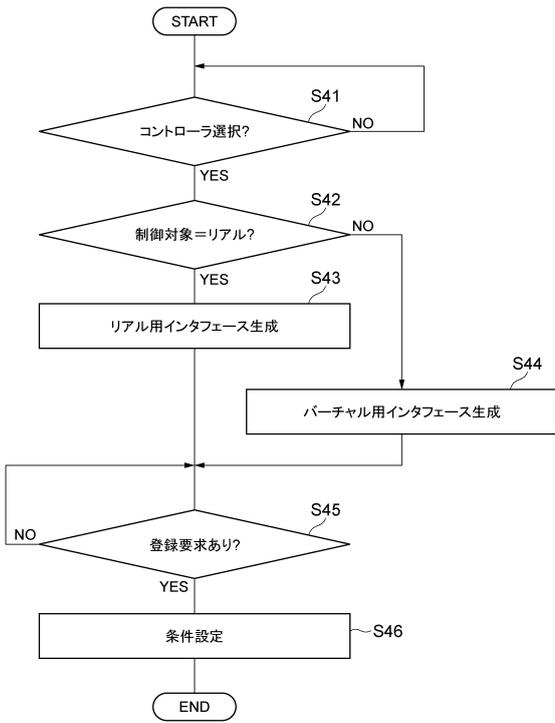


30

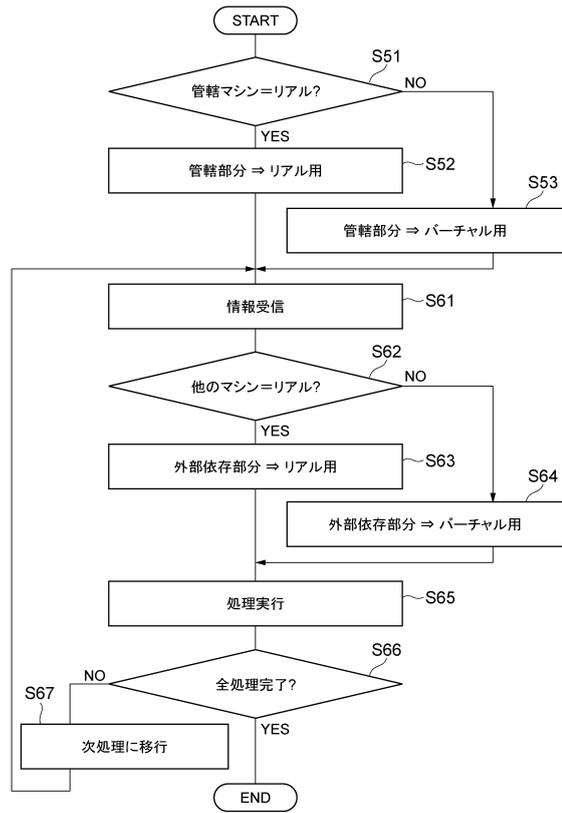
40

50

【 図 19 】



【 図 20 】



10

20

30

40

50

【 手続補正書 】

【 提出日 】 令和 4 年 2 月 4 日 (2 0 2 2 . 2 . 4)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】 特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】 全文

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

他のコントローラと通信可能なコントローラであって、

前記他のコントローラがマシンを制御するか、前記マシンに対応するバーチャルマシンを制御するかを判別する判別部と、

前記他のコントローラが前記マシンを制御する場合には所定のリアル用処理を実行し、前記他のコントローラが前記バーチャルマシンを制御する場合には、前記リアル用処理と少なくとも一部が異なるバーチャル用処理を実行する処理部と、を備えるコントローラ。

【 請求項 2 】

前記判別部は、前記他のコントローラから受信する情報に基づいて、前記他のコントローラが前記マシンを制御するか前記バーチャルマシンを制御するかを判別する、請求項 1 記載のコントローラ。

【 請求項 3 】

前記他のコントローラから受信する情報は、前記他のコントローラにおける制御情報と、前記他のコントローラが前記マシンを制御するか前記バーチャルマシンを制御するかを示すフラグとを含み、

前記判別部は、前記フラグに基づいて、前記他のコントローラが前記マシンを制御するか前記バーチャルマシンを制御するかを判別し、

前記処理部は、前記制御情報に基づいて前記リアル用処理又は前記バーチャル用処理を実行する、請求項 2 記載のコントローラ。

【 請求項 4 】

前記他のコントローラから受信する情報は、前記他のコントローラにおける制御情報を含み、

前記判別部は、前記制御情報に基づいて、前記他のコントローラが前記マシンを制御するか前記バーチャルマシンを制御するかを判別し、

前記処理部は、前記制御情報に基づいて前記リアル用処理又は前記バーチャル用処理を実行する、請求項 2 記載のコントローラ。

【 請求項 5 】

前記判別部は、前記他のコントローラから情報を受信するための通信状況に基づいて、前記他のコントローラが前記マシンを制御するか前記バーチャルマシンを制御するかを判別する、請求項 2 記載のコントローラ。

【 請求項 6 】

前記処理部は、前記マシンの動作に基づき得られるリアル情報と、前記バーチャルマシンの動作に基づき得られるバーチャル情報との差異を補う補充処理を含む前記バーチャル用処理を実行する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項記載のコントローラ。

【 請求項 7 】

前記処理部は、前記リアル情報と前記バーチャル情報との差異に対して予め定められたデータを補う処理を含む前記補充処理を実行する、請求項 6 記載のコントローラ。

【 請求項 8 】

前記処理部は、前記リアル用処理の少なくとも一部をスキップさせるスキップ処理を含む前記バーチャル用処理を実行する、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項記載のコントローラ。

【 請求項 9 】

前記リアル情報と前記バーチャル情報との差異に基づいて、前記補充処理を生成する処

10

20

30

40

50

理生成部を更に備える、請求項 6 又は 7 記載のコントローラ。

【請求項 10】

前記リアル用処理のうち、前記他のコントローラが前記バーチャルマシンを制御する場合には実行できない一以上の実行不可部分を示す表示部と、前記一以上の実行不可部分のそれぞれに対して代替処理を入力する入力部と、を含むユーザインタフェースを生成するインタフェース生成部と、

前記入力部への入力に基づき前記バーチャル用処理を生成する処理生成部を更に備える、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項記載のコントローラ。

【請求項 11】

前記バーチャル用処理は、前記マシンの動作に基づき得られるリアル情報と、前記バーチャルマシンの動作に基づき得られるバーチャル情報との差異に基づいて前記一以上の実行不可部分を特定する代替対象特定部を更に備え、

前記インタフェース生成部は、前記代替対象特定部により特定された前記一以上の実行不可部分を前記表示部に表示させる、請求項 10 記載のコントローラ。

【請求項 12】

前記他のコントローラであり、前記マシンとして第一マシンを制御する第一コントローラと、第二マシンを制御する第二コントローラと通信可能であり、

前記判別部は、前記第一コントローラが前記第一マシンを制御するか、前記バーチャルマシンである第一バーチャルマシンを制御するかと、前記第二コントローラが、前記第二マシンを制御するか、前記第二マシンに対応する第二バーチャルマシンを制御するかを判別し、

前記処理部は、

前記第一コントローラが前記第一バーチャルマシンを制御し、前記第二コントローラが前記第二マシンを制御する場合には、前記第一マシンの動作に関連する第一部分が前記リアル用処理と異なる前記バーチャル用処理を実行し、

前記第一コントローラが前記第一マシンを制御し、前記第二コントローラが前記第二バーチャルマシンを制御する場合には、前記第二マシンの動作に関連する第二部分が前記リアル用処理と異なる前記バーチャル用処理を実行する、請求項 1 ~ 11 のいずれか一項記載のコントローラ。

【請求項 13】

前記コントローラは、前記他のコントローラを含む複数のローカルコントローラと通信可能であり、前記複数のローカルコントローラをそれぞれ介して、前記マシンを含む複数のローカルマシンを制御するホストコントローラである、請求項 1 ~ 11 のいずれか一項記載のコントローラ。

【請求項 14】

前記コントローラは、管轄マシン、又は前記管轄マシンに対応する管轄バーチャルマシンを制御する前記コントローラであり、

制御対象が、前記管轄マシンであるか、前記管轄バーチャルマシンであるかを判別する制御対象判別部を更に備え、

前記処理部は、

前記他のコントローラが前記バーチャルマシンを制御し、前記コントローラが前記管轄マシンを制御する場合には、前記マシンの動作に関連する外部依存部分が前記リアル用処理と異なる前記バーチャル用処理を実行し、

前記他のコントローラが前記マシンを制御し、前記コントローラが前記管轄バーチャルマシンを制御する場合には、前記管轄マシンの動作に関連する管轄部分が前記リアル用処理と異なる前記バーチャル用処理を実行する、請求項 1 ~ 13 のいずれか一項記載のコントローラ。

【請求項 15】

前記制御対象判別部による判別結果を付加した情報を前記他のコントローラに送信する送信部を更に備える、請求項 14 記載のコントローラ。

10

20

30

40

50

【請求項 16】

他のコントローラと通信可能であり、制御対象を制御するコントローラであって、
制御対象が、マシンであるか、バーチャルマシンであるかを判別する制御対象判別部と

、
前記制御対象判別部による判別結果を付加した情報を前記他のコントローラに送信する送信部と、

制御対象が前記マシンである場合にはリアル制御処理を実行し、制御対象が前記バーチャルマシンである場合には、リアル制御処理と少なくとも一部が異なるバーチャル制御処理を実行する処理部と、を備える、コントローラ。

【請求項 17】

前記マシンに駆動電力を出力するパワー回路を更に備え、

前記処理部は、

制御対象が前記マシンである場合には、前記パワー回路に駆動電力を出力させる処理を含むリアル制御処理を実行し、

制御対象が前記バーチャルマシンである場合には、前記パワー回路に駆動電力を出力させる処理を含まないバーチャル制御処理を実行する、請求項 16 記載のコントローラ。

【請求項 18】

他のコントローラから受信した情報に基づいて、前記他のコントローラがマシンに対応するバーチャルマシンを制御することを判別することと、

バーチャル用処理を実行し、実行結果を表示することと、

前記他のコントローラから受信した情報に基づいて、前記他のコントローラによる制御対象が前記バーチャルマシンから前記マシンに変更されたことを判別することと、

前記他のコントローラによる制御対象が前記バーチャルマシンから前記マシンに変わるのに応じて、前記バーチャル用処理を、前記バーチャル用処理と少なくとも一部が異なるリアル用処理に変更することと、

前記リアル用処理を実行し、実行結果を表示することと、を含むシステム構築方法。

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 号 株式会社安川電機内
(72)発明者 神谷 陽介
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内
(72)発明者 大江 裕樹
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内
(72)発明者 上遠野 優
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内
(72)発明者 中村 智之
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内
(72)発明者 洞 貴弘
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内
F ターム (参考) 3C707 AS06 BS10 CS08 CT05 CV08 CW08 HS27 JS03 KS03 KS30
KT01 KT06 LS20 NS02
5H220 AA05 BB15 BB17 CC07 CC09 CX01 JJ02 JJ12 JJ16 JJ22
JJ26 LL06 MM08